

ПРАВИТЕЛЬСТВО РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«САНКТ-ПЕТЕРБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(СПбГУ)

Институт наук о Земле  
Кафедра грунтоведения и инженерной геологии

**Кузнецова Елена Александровна**

**Инженерно-геологические условия строительства дорожных объектов в  
Новгородской области**

Магистерская диссертация  
по направлению 05.04.01 «Геология»

«К ЗАЩИТЕ»

Научный руководитель:  
к.г.-м.н., ст. преп. А.А. Еремеева

\_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017

Заведующий кафедрой:  
к.г.-м.н., доц. С.Б. Бурлуцкий

\_\_\_\_\_  
«\_\_» \_\_\_\_\_ 2017

Санкт-Петербург  
2017

## Оглавление

Введение .....	4
Глава 1. Характеристика объекта исследования, физико-географические условия участка .....	6
1.1 Общие сведения об объекте.....	6
1.2 Орографические условия региона.....	7
1.3 Климатические условия региона.....	8
1.4 Геологическое строение региона .....	10
1.4.1 Структурно-геологическое строение территории .....	12
1.4.2 Тектоно-магматическое строение территории .....	23
1.5 Гидрогеологические условия региона .....	29
Глава 2. Инженерно-геологические условия участка строительства скоростной автомагистрали Москва – Санкт-Петербург .....	32
2.1 Физико-географический очерк .....	32
2.2 Геологическое строение участка скоростной автомагистрали Москва–Санкт-Петербург, км415 – км 420 .....	37
2.3 Гидрогеологические условия участка скоростной автомагистрали Москва–Санкт-Петербург, км 415 – км 420.....	42
2.4 Физико-механические свойства грунтов по трассе скоростной автомагистрали Москва – Санкт-Петербург на участке трассы км 415 - км 420.....	43
2.5 Специфические грунты .....	48
2.6 Геологические и инженерно-геологические процессы.....	49
Глава 3. Основные принципы инженерно-геологического районирования .....	53
Глава 4. Инженерно-геологическое районирование участка строительства скоростной автомобильной дороги Москва – Санкт-Петербург на участке км 415-км 420	57
Заключение.....	67
Список литературы.....	68
Приложение 1.....	70

Приложение 2.....	84
Приложение 3.....	86
Приложение 4.....	90
Приложение 5.....	95
Приложение 6.....	110

## Введение

**Актуальность работы.** Строительство скоростной автомобильной дороги Москва – Санкт-Петербург на участке км 58 – км 684 с последующей эксплуатацией на платной основе представляет собой крупный инвестиционный проект, реализуемый Государственной компанией «Российские автомобильные дороги» (ГК «Автодор»). Проектируемая трасса будет характеризоваться высокой интенсивностью движения и служить для связи центральной части России с крупным транспортным узлом – Санкт-Петербургом, а также морскими портами Скандинавии. Строительство новой автомагистрали способствует ускорению движения потока пассажиров, товарооборота, снижению транспортных издержек в экономике.

Согласно полученным результатам инженерно-геологических изысканий подстилающими грунтами для земляного полотна насыпи и выемки являются дисперсные грунты всех видов, в том числе: суглинки и глины от твердой до текучей консистенции, пески разной зернистости, торф различной степени разложения. В связи с этим, в проекте предусмотрены типы поперечных профилей, в том числе для прохождения по болотам и с мероприятиями по стабилизации грунта основания.

Данная научно-исследовательская работа основана на изучении инженерно-геологических условий участка строительства с последующим установлением границ зон развития слабых грунтов в пределах проектируемой трассы с последующим инженерно-геологическим районированием территории.

**Цель работы** заключается в комплексном анализе инженерно-геологических условий участка строительства скоростной автомобильной магистрали Москва – Санкт-Петербург на участке км415 – км 420 в Окуловском районе Новгородской области.

В связи с этим были поставлены следующие **задачи**:

1. Сбор и анализ фондовых материалов, сопоставление их с материалами современных инженерных изысканий;
2. Изучение особенностей инженерно-геологических условий участка строительства;
3. Выделение участков, характеризующихся более высокой степенью однородности по инженерно-геологическим условиям, составление карт инженерно-геологического районирования;
4. Выбор проектного решения строительства на участках индивидуального проектирования и территории прохождения трассы в зависимости от инженерно-геологических условий участка.

**Объектом исследования** являются современные биогенные, верхне- и среднечетвертичные песчано-глинистые отложения в пределах глубины инженерно-геологического исследования (до 13,0 м).

Материалы для работы были предоставлены по итогам производственной практики, проходившей в июле – августе 2014 года в компании ООО «Эльгран», проводившей инженерно-геологические изыскания на данном объекте. Данные материалы включали в себя результаты инженерно-геологических изысканий на участке строительства.

Автором были выполнены работы по инженерно-геологическому районированию территории с выделением участков, характеризующихся различной степенью сложности с точки зрения геологического строения, физико-механических свойств грунтов, наличия опасных экзогенных процессов и интенсивности их развития на основе камеральной обработки полевых исследований.

Проанализированы материалы по 197 скважинам, глубиной от 5,0 до 13,0 м (всего 1341,1 пог.м). Составлено 6 карт инженерно-геологического районирования, на исследуемый участок трассы.

# Глава 1. Характеристика объекта исследования, физико-географические условия участка

## 1.1 Общие сведения об объекте

6-й участок (км 334 – км 543) автомагистрали (рис.1) проходит по территории Тверской (Вышневолоцкий и Бологовский районы) и Новгородской областей (Окуловский, Маловишерский и Новгородский район).

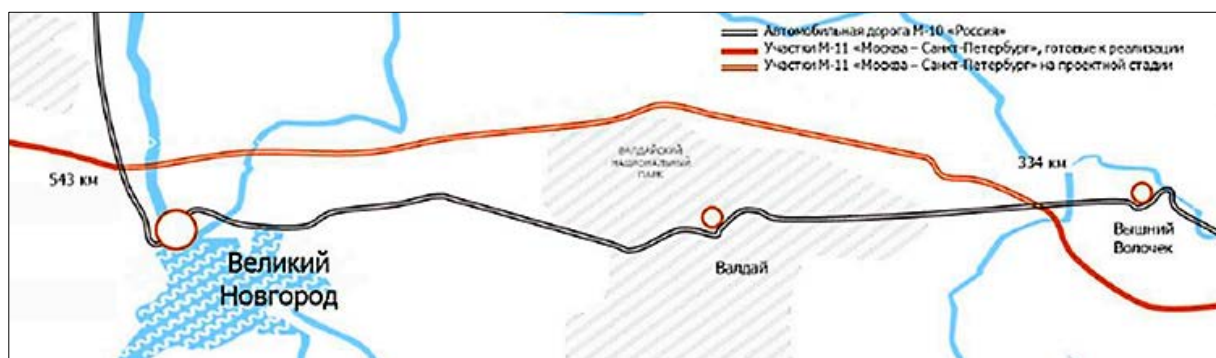


Рис.1. Маршрут прохождения трассы. 6-й участок (км 334 – км 543) скоростной автомагистрали М-11 «Москва – Санкт-Петербург» (<https://www.russianhighways.ru>)

Данный участок автомобильной дороги протяженностью в 217,1 км является частью строящейся скоростной платной автомагистрали М-11 «Москва – Санкт-Петербург», соединяющей два крупнейших мегаполиса страны (рис.2).

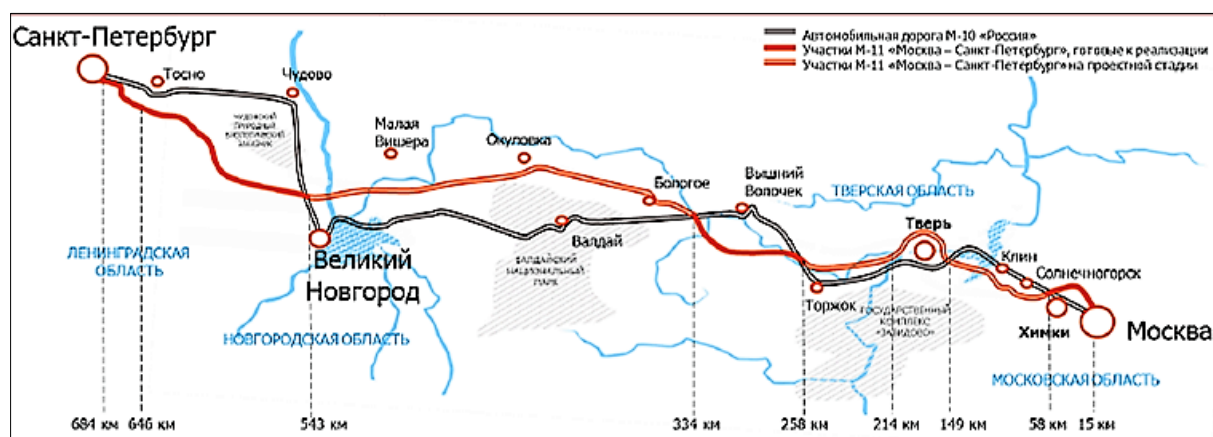


Рис.2. Маршрут прохождения скоростной автомагистрали М-11 «Москва – Санкт-Петербург» (<https://www.russianhighways.ru>)

После пересечения на км 325 М-10 «Россия» автомобильная дорога проходит восточнее существующей дороги М-10 с обходом Валдайского национального парка по лесным массивам до км 385 (границы Тверской и Новгородской областей). От границы автомобильная дорога идет в северо-западном направлении, обходит село Угловка с запада, проходит по границе охранной зоны Валдайского национального парка, обходит геоморфологический памятник природы «Заозерская водно-ледниковая гряда» и

Окуловский биологический заказник регионального значения, обходит защитные зоны озер Мосно и Перетно.

Автомобильная дорога будет проходить главным образом по ненаселенной местности.

В соответствии с категорией дороги и перспективной интенсивностью движения на всем протяжении автомобильной дороги предусматривается устройство дорожной одежды капитального типа с покрытием из щебеночно-мастичного асфальтобетона.

В соответствии с проектом строительства скоростной автомобильной дороги Москва – Санкт-Петербург на участке км 334 – км 543 с учетом перспективной интенсивности движения предусматривается 4 полосы движения, а также строительство 105-ти мостовых сооружений. (<https://www.russianhighways.ru>)

## **1.2 Орографические условия региона**

Новгородская область расположена на северо-западе Восточно-Европейской равнины. Входит в Северо-Западный федеральный округ. Граничит на северо-западе и севере с Ленинградской областью, на юго-западе и западе – с Псковской областью, на востоке и юго-востоке – с Тверской областью, на северо-востоке – с Вологодской Территория области занимает Приильменскую низменность и северную часть Валдайской возвышенности. Она находится в умеренных широтах северного полушария, в лесной зоне.

Поверхность Русской равнины в пределах области имеет пологоволнистый характер. Пониженные участки приходятся на Приильменскую низменность (около 18 м над уровнем моря), самые высокие отметки - на Валдайскую возвышенность (около 300 м над уровнем моря). Преобладающие высоты от 50 до 200 м над уровнем моря.

Поверхность области расчленена многочисленными реками (Шелонь, Ловать, Мста и другие), впадающими в оз. Ильмень в центральной части области. Из озера также берет начало р. Волхов, протекающая на территории области.

Поверхность Приильменской низменности сильно заболочена. Реки, текущие по ней, имеют неглубокие долины. Лишь южный берег озера Ильмень высокий (до 16 м). Западный, северный и восточный берега заливаются во время половодья на многие километры. По окраине низменность повышается до 100 м над уровнем моря, поверхность ее делается более расчлененной. Ближе к Валдайской возвышенности встречаются холмы, террасы, глубокие речные долины рек Холовы, Явони, Поломети и других.

Валдайский уступ, отделяющий Приильменскую низменность от Валдайской возвышенности, местами достигает высоты 100 м. Уступ состоит из нескольких террас. На

Валдайской возвышенности находятся самые высокие точки Новгородской области: гора Рыжуха (абсолютная высота 296 м) и гора Ореховна (абсолютная высота 288 м). По Валдайской возвышенности проходит главный водораздел Восточно-Европейской равнины.

На юго-западе возвышенности преобладают вытянутые моренные гряды и расположенные между ними ложбины. Моренный рельеф лучше всего сохранился на востоке области, в пределах Валдайской возвышенности, где происходило переотложение материала, перенесенного ледником. Среди всех оледенений наибольшее значение для Новгородской области имело последнее, так называемое Валдайское оледенение. Крупные моренные холмы имеют относительные высоты 50 - 60 м, средние - 10 - 30 м, мелкие - 5 - 10 м. Для центральной части характерно чередование крупных моренных возвышенностей и больших озерных котловин (Селигер, Валдайское, Велье). К северу от города Валдая преобладает холмистый рельеф с большим количеством мелких озер. Кроме холмов, расположенных главным образом вдоль границы последнего оледенения, на Валдайской возвышенности много равнинных участков, сложенных валунным суглинком и песком. Их особенно много в восточной части возвышенности (Мошенской, Пестовский районы).

В западной части Валдайской возвышенности распространены карстовые формы рельефа, представленные воронками, ямами, небольшими пещерами, сухими долинами рек. Мстинская впадина образовалась в доледниковое время. После того как ледник растаял, здесь было озеро, которое широким протоком соединялось с Ильменским водоемом. Река Мста разделяет Валдайскую возвышенность на две части - Валдайскую гряду на юге и Тихвинскую гряду на севере. В пределах области наиболее расчлененным является южный участок Тихвинской гряды - Шереховичские высоты.

На востоке области расположена небольшая по площади Мологская низина, входящая в состав обширной Молого - Шекснинской низменности. Абсолютные высоты на Мологской низине около 100 - 150 м. Рельеф ее пологоволнистый, зандровый, с уклоном к востоку. Поэтому реки в этой части области текут на восток и относятся к бассейну Волги.

### **1.3 Климатические условия региона**

Климат Новгородской области умеренно-континентальный, близкий к морскому. Его характеризуют избыточное увлажнение, нежаркое короткое лето, теплая продолжительная осень, мягкая зима и прохладная затяжная весна.

Большое влияние на климат оказывает циркуляция воздушных масс. Над территорией области бывают воздушные массы умеренных широт, арктические и



тропические. Чаще всего поступает воздух умеренных широт, который приносит ясную теплую погоду летом и морозную зимой. Близким положением области к морям обусловлено довольно частое поступление морского воздуха умеренных широт. Его приход с Атлантического океана сопровождается потеплением и долгими снегопадами зимой, понижением температуры и дождями - летом. Арктические воздушные массы отличаются низкими температурами и приносят похолодание. Тропические воздушные массы бывают над территорией области редко, и знаменуются сильным потеплением.

Новгородская область лежит на пути движения воздушных масс с запада на восток, на пути атлантических и арктических циклонов. Чередование циклонов и антициклонов, частая смена воздушных масс являются причиной непостоянства погоды. Заметное влияние на климат оказывает характер поверхности области. Валдайская возвышенность получает больше осадков. Летом она отличается более низкими температурами, чем Приильменная низменность.

Максимальная среднемесячная температура отмечается в июле. Самым теплым в летний период является восточное побережье озера Ильмень, где среднемесячная температура июля  $+18^{\circ}$ . На большей части Приильменной низины средняя температура июля  $+17,5^{\circ}$ . Большое количество тепла уходит здесь на прогревание заболоченных пространств и испарение. На Валдайской возвышенности температура ниже. У западного края возвышенности проходит изотерма  $+17$ . Самый прохладный июль наблюдается на Северо-востоке (Тихвинская гряда), где среднемесячная температура  $+16^{\circ}$ . Абсолютный максимум в области  $+36^{\circ}$  отмечался в Демянске. Среднемесячные температуры самого холодного месяца - января убывают с запада на восток по мере удаления от океана. На западе области средняя температура января  $-8^{\circ}$ , в средней части  $-9^{\circ}$ , а в восточной  $-10^{\circ}$ . Абсолютный минимум в области отмечался в Боровичах:  $-54^{\circ}$  (Мстинская впадина). Безморозный период длится в среднем 110-130 дней в северной половине области и 130-135 дней - в южной. Заморозки возможны в любом месяце, даже в июле. Vegetация большинства растений начинается при среднесуточной температуре выше  $+5^{\circ}$ . (<http://www.geografia.ru/novgorodskaya>)

Осадки. Новгородская область получает достаточное, даже избыточное количество влаги. Распределяются осадки по территории неравномерно, что связано с особенностями рельефа. Самое большое годовое количество осадков выпадает на западных склонах Валдайской возвышенности - до 800 мм. На Приильменной низменности - 600 - 700 мм. Менее всего осадков у озера Ильмень и в долинах Ловати, Волхова и Мсты. Неравномерно распределяются осадки и по сезонам года. В теплый период года (с апреля по октябрь включительно) осадков выпадает в среднем в 2 - 2,5 раза больше, чем в

холодный. К концу зимы накапливается снежный покров высотой около 50 см на севере области и менее 30 см - на юге.

Осадков в области выпадает больше, чем расходуется влаги на испарение и сток. Поэтому имеется много заболоченных земель. Особенно это характерно для Приильменской низменности, где средняя годовая испаряемость составляет 400-450 мм, коэффициент увлажнения 150 - 200%. Валдайская возвышенность заболочена меньше, чем низкое Приильменье.

Самое холодное и длинное время года - зима - длится 4 - 5 месяцев. За начало зимы принимается время появления устойчивого снежного покрова. Это бывает в первой декаде декабря. Зимой обычно стоит умеренно морозная погода с температурой воздуха до  $-10^{\circ}$ . Началом весны считается переход средней суточной температуры через  $0^{\circ}$ , что совпадает по времени с разрушением устойчивого снежного покрова. Этот период наступает в конце марта на юге и в первых числах апреля - на севере области. Реки вскрываются в первой половине апреля.

Осень в области продолжительная. Сказывается влияние теплых воздушных масс Атлантики. В ноябре среднемесячная температура равна на юге  $-1^{\circ}$ , а на северо-востоке области  $-3^{\circ}$ . В конце ноября на Валдайской возвышенности, а в первых числах декабря - на западе области ложится устойчивый снежный покров.  
(<http://www.geografia.ru/novgorodskaya>)

#### **1.4 Геологическое строение региона**

Территория Новгородской области расположена на северо-западе Восточно-Европейской (Русской) платформы в пределах Прибалтийской низменности и окаймляющей ее с востока и юга Валдайской возвышенности.

Данный участок Русской плиты, представляет собой область развития осадочных отложений, начиная от архей - нижнепротерозойских и верхнепротерозойских (рифейских) до пермских включительно, общей мощностью до 2500 м. Геологическая структура этой области определяется пологим моноклинальным залеганием слагающих ее образований со слабым падением к югу и юго-востоку, чем вызвана последовательная смена древних осадочных толщ более молодыми в этом направлении. На геологической карте (Рис.3) можно видеть, как девонские отложения сменяются в юго-восточном направлении отложениями карбонового и пермского периодов.(Геология СССР. Т.1, 1971)

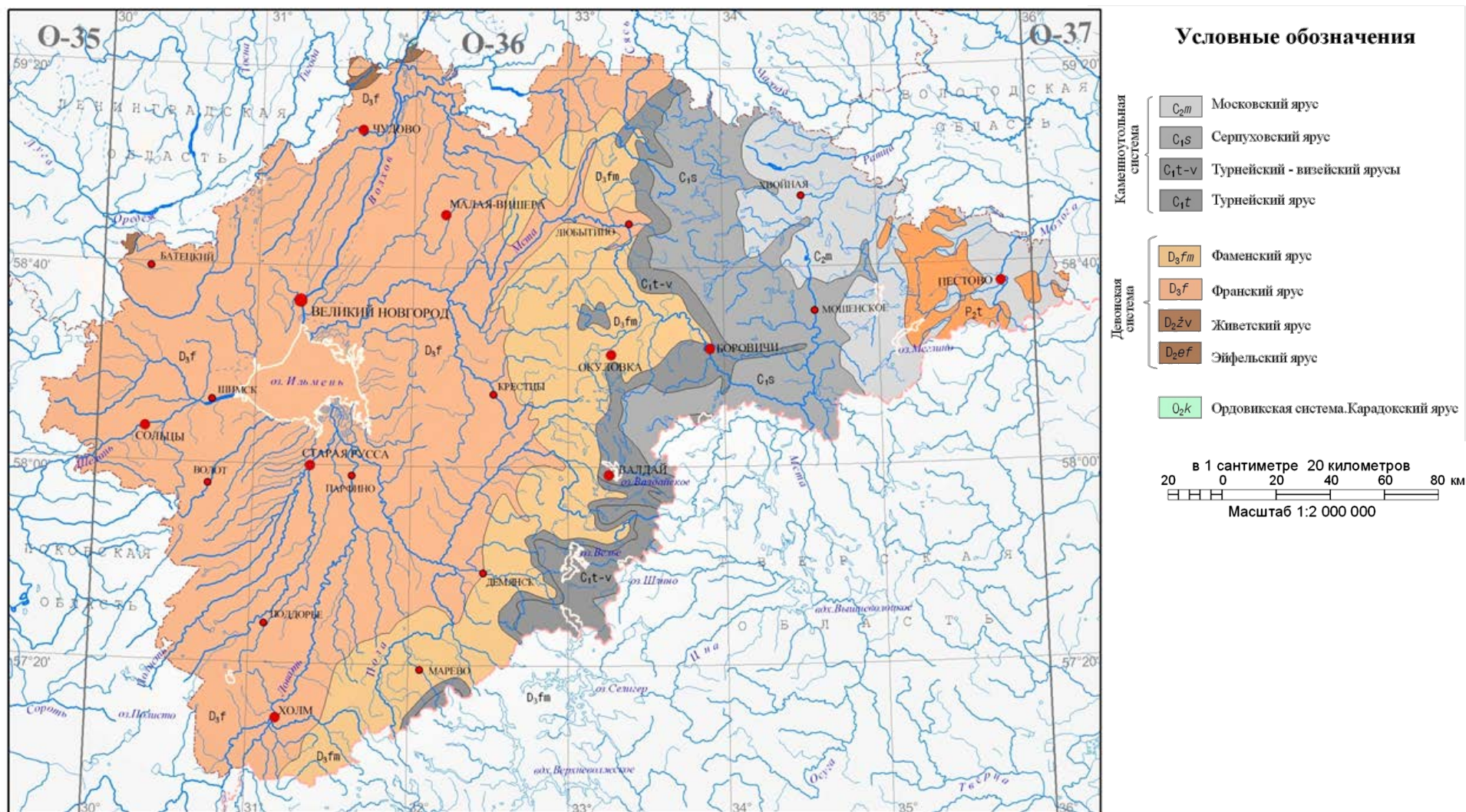


Рис. 3. Карта-схема геологического строения Новгородской области (<http://vsegei.com>)

В геологическом строении территории можно выделить ряд несогласий. Наиболее крупным структурным несогласием является противоположное простираие осадочных толщ и древних архейско-, ниже- и среднепротерозойских кристаллических пород. «Последние имеют северо-западное простираие, тогда как отложения осадочного чехла простираются в северо-восточном и широтном направлениях». (Геология СССР: в 48 т. Т. I. Ленинградская, Псковская и Новгородская области. Геологическое описание./ Северо-Западное территориальное ГУ; ред.: А. В. Сидоренко. М.: Недра, 1971. 504 с.)

Также существует несогласие между ордовикскими отложениями широтного простираия и девонскими отложениями, имеющими северо-восточное простираие. При общем погружении отложений на юг и юго-восток, их углы падения различны и составляют 10-12° и 6-8° соответственно. Менее значительные стратиграфические перерывы фиксируются между нижним и средним кембрием, в основании пакерортского горизонта нижнего ордовика, между девоном и карбоном, карбоном и пермью (отложения среднего карбона сменяются татарским ярусом верхней перми), выше по разрезу плащеобразно залегают четвертичные отложения.(Геология СССР.Т.1, 1971)

#### **1.4.1 Структурно-геологическое строение территории**

Характер структуры и вещественный состав фундамента в пределах Русской плиты установлен в основном по геофизическим данным, интерпретация которых и корреляция с материалами бурения показали, что кристаллические образования, слагающие фундамент в этом районе, являются непосредственным продолжением региональных складчатых структур осадочно-эффузивных и интрузивных комплексов, развитых в южной части Балтийского щита. (Геология СССР.Т.1, 1971)

##### ***Архей – протерозойская система(AR-PR<sub>2</sub>)***

Согласно данным глубокого бурения среди кристаллических пород описываемого региона выделяют следующие геологические комплексы:

1) Нерасчлененные образования архея – нижнего протерозоя (AR-PR<sub>1</sub>). Отложения представлены толщей гнейсов различного состава. Также выделены маломощные тела амфиболитов, кварцитов – продуктов метаморфизма терригенных и вулканогенно-терригенных пород. Среди интрузивных пород данного возрастного отрезка (γAR-PR<sub>1</sub>) на территории области развиты плагиомикроклиновые граниты с подчиненными плагиогранитами и кварцевыми диоритами.

2) Нижний и средний протерозой (PR<sub>1-2</sub>). Мелкозернистые биотитовые и амфибол - биотитовые гнейсы с маломощными пластами сланцев, амфиболитов и скарнированных карбонатных пород. Магматический комплекс (vPR<sub>1-2</sub>) представлен

основными породами – габбро, габбро-норитами, а также плагиомикроклиновыми гранитами. По материалам глубокого бурения интрузивные тела известны в районе п.г.т. Крестцы, находящегося в непосредственной близости к области изысканий, данные тела приурочены к глубинным разломам. Породы гранитной формации ( $\gamma PR_{1-2}$ ) образуют небольшие секущие тела среди гнейсов и сланцев. (Геология СССР. Т.1, 1971)

Можно также отметить, что Валдайско-Крестецкий и Приладожский районы характеризовались в позднем протерозое проявлениями вулканической деятельности, о чем свидетельствует присутствие в песчано-глинистых породах волынской серии базальтов, базальтовых порфиритов и туфогенных пород (скважины Крестцы, Паша, Кондратьево).

За исключением Крестецкой грабенообразной впадины, где встречены самые древние осадочные толщи (рифей и волынской серии), на остальной территории непосредственно на фундаменте залегают более молодые образования (ломаносовская и лонтовасская свиты) нижнего кембрия. Это песчано-глинистые отложения валдайской серии вендского комплекса (гдовский и котлинский горизонты), а выше глины с песчаником в основании балтийского комплекса. К югу от Балтийско - Ладожского глинта, на территории Новгородской области, эти отложения погружаются под толщу ордовикских отложений. Глубина их залегания на территории области составляет от 1050 до 1360 м. (Геология СССР. Т.1, 1971)

Характерно, что отложения вендского комплекса и нижнего кембрия (балтийской серии) на всей площади их развития представлены, в общем, одними и теми же, преимущественно глинистыми, глинистыми, в той или иной степени алевролитистыми с косою слоистостью породами. Переход от песчаников к алевролитам постепенный. По минеральному составу глинистых частиц отложения в большей степени каолинитово-гидрослюдистые.

#### ***Кембрийская система ( $\epsilon_{1-3}$ )***

Отложения нижнего отдела кембрийской системы представлены глинами с прослоями песчано-алевритовых пород ломаносовской свиты ( $\epsilon_{1lm}$ ). Выше по разрезу на глубине около 800-1200 м вскрыты отложения лонтовасской свиты ( $\epsilon_{1lz}$ ). Нижняя и верхняя границы свиты выражены неотчетливо, так как литологический состав отложений близок к составу подстилающих и перекрывающих отложений, и представляет собой зеленовато-серые каолинит-гидрослюдистые глины с тонкими прослоями и линзами песчаников и алевролитов. Мощность их по данным бурения составляет от 27 до 50 м. После континентального перерыва, наступившего вслед за отложениями лонтовасских «синих» глин, о чем свидетельствует наличие коры выветривания, накапливались

предположительно среднекембрийские осадки, которые представлены в разрезе кварцевыми песчаниками. Кора выветривания представлена горизонтом светлых, почти белых глин, обогащенных гидроокислами железа. Общая мощность отложений кембрия составляет порядка 150 м. (Геология СССР. Т.1, 1971)

### ***Ордовикская система (O<sub>1-3</sub>)***

Выше по разрезу следуют ордовикские отложения, слагающие Ордовикское плато, которое протягивается в широтном направлении от р. Сяси - на востоке до западной границы Ленинградской области и далее на территорию Эстонии. Ордовикское плато сложено известняками и доломитами нижнего, среднего и на отдельных участках верхнего отделов ордовика. На территории Новгородской области и далее в области Московской синеклизы толща ордовикских отложений перекрыта отложениями девона, глубина их залегания составляет 500 - 600 м. Толща представляет собой нижнеордовикские известняки (волховские и кундские), доломитизированные известняки, доломиты, реже мергели. Подстилающие их леэтский (песчано-глинистая глауконитовая толща) и пакерортский (оболовые песчаники и диктионемовые сланцы) горизонты в нижней части серии. Ордовикские отложения в пределах северо-запада Московской синеклизы имеют ряд своих особенностей. Здесь отсутствуют чечевичный горизонт, характерный для нижнеордовикских отложений в Ленинградской области. Также наличие местами прослоев диктионемовых сланцев большей мощности, отсутствие достоверно установленного верхнего ордовика. «Погружение Московской синеклизы в кембрийский и ордовикский периоды вызвало довольно резкое увеличение мощностей отдельных стратиграфических горизонтов на юго-востоке территории». (Геология СССР: в 48 т. Т. I. Ленинградская, Псковская и Новгородская области. Геологическое описание./Северо-Западное территориальное ГУ; ред.: А. В. Сидоренко. М.: Недра, 1971. 504 с.)

### ***Девонская система (D<sub>2-3</sub>)***

К югу и северо-востоку от ордовикского плато распространяется обширная девонская равнина, называемая Главным девонским полем, составляющая около двух третей всей рассматриваемой территории. На большей ее части на поверхности прослеживается полоса развития среднедевонских отложений, представленных терригенными (пярнуский горизонт) и карбонатными (наровский и старооскольский горизонт) отложениями живетского яруса. Пески пярнуского горизонта в основном в пониженных участках ордовикских пород. Отложения наровского горизонта имеют преимущественно мергелисто-доломитовый состав, а старооскольский горизонт представлен красновато-бурыми и желтовато-серыми песками, разноцветными песчаниками с отдельными прослоями коричневатых и зеленовато-серых глин и

алевритов. Толща имеет мощность около 170-180 м в центральной части Новгородской области и к северной границе полностью выклинивается. Верхнедевонские отложения распространяются к югу и юго-востоку. В Новгородской области описываемые отложения представлены наиболее полно. Максимальная мощность их в этом регионе составляет около 550 м. Обширная площадь развития весьма пестрых и не выдержанных по простиранию и в разрезе пород франского и фаменского ярусов. Франский ярус характеризуется здесь двумя фациально отличными разрезами: юго-западным, представленным морскими карбонатными и в меньшей степени глинистыми фациями, и северо-восточным - прибрежно-континентальными, преимущественно терригенными песчано-глинистыми образованиями. Отложения фаменского яруса, развитые в восточных районах (восточнее оз. Ильмень), имеют более или менее однотипный разрез, преимущественно песчано-глинистый. Карбонатный уступ протягивается в субмеридиональном направлении от оз. Селигер на юго-западе до Онежского озера на северо-востоке, примерно по линии Торопец - Валдай - Тихвин, или ограничивается с запада распространением каменноугольных отложений, слагающих Карбоновое плато. (Геология СССР. Т.1, 1971)

#### ***Карбоновая система (C<sub>1-2</sub>)***

Каменноугольные отложения распространены в восточной части Новгородской области. Нижне- и среднекаменноугольные отложения, имеющие субмеридиональное простирание, представляют собой северо-западную окраину Подмосковского бассейна. Ширина полосы развития карбоновых отложений на широте г. Пестово составляет 225 - 240 км, в районе Демянска 30 - 40 км и в северной части 10 - 15 км. Наиболее широко представлены отложения нижнего карбона, среднекарбоновые имеют подчиненное значение, верхнекарбоновые отложения отсутствуют полностью. Общая мощность нижнекаменноугольных отложений составляет порядка 260 м, и представлены они визейским и намюрским ярусами. Относящиеся к ним горизонты имеют преимущественно песчано-глинистый состав, и лишь в верхней части разреза встречены карбонатные породы. «Вышележащая толща переслаивающихся известняков с песчано-глинистыми породами алексинского и михайловского горизонтов характеризуется весьма непостоянной мощностью песчаных пачек, которые колеблются от 1 до 20 м, во впадинах до 40 м. Наиболее полный разрез этих отложений представлен в обнажениях на р. Мсте. Несколько восточнее Карбонового уступа и полосы выхода на поверхность песчано-глинистых пород (тульский горизонт) распространяется собственно Карбоновое плато, сложенное мощной толщей известняков, доломитов с прослоями глин и мергелей веневского, тарусского и стешевского горизонтов визейского яруса и протвинского



горизонта намюрского яруса. Мощности отдельных горизонтов непостоянны, с общей тенденцией сокращения к западу и к северо-западу». (Геология СССР: в 48 т. Т. I. Ленинградская, Псковская и Новгородская области. Геологическое описание./ Северо-Западное территориальное ГУ; ред.: А. В. Сидоренко. М.: Недра, 1971. 504 с.)

Среднекаменноугольные отложения, трансгрессивно залегающие на размытой поверхности протвинских известняков, слагают восточную, часть Карбонового плато. Отложения изучены недостаточно, что связано с плохой обнаженностью. Они представлены башкирским и московским ярусами, имеющими в основании песчано-глинистый состав с прослоями карбонатных пород (верейский горизонт) и известняками (каширский и подольский горизонты). Общая мощность составляет около 45 м. Отложения башкирского яруса обнаружены лишь на небольшой площади в Пестовском районе Новгородской области. В их основании залегают лиловых и лиловато-бурых жирных глин с угловатыми обломками известняка. Остальная часть разреза – белые известняки с лиловыми и желтоватыми глинистыми примазками, выше известняки крепкие, массивные, пористые.

Московский ярус как правило представлен пестроокрашенными, преимущественно красноцветными, песчано-глинистыми и карбонатными породами, залегающими на размытой поверхности отложений башкирского яруса. Мощность пород московского яруса составляет в данном регионе 30-40 м. (Геология СССР. Т.1, 1971)

### ***Пермская система ( $P_3$ )***

Самыми молодыми образованиями осадочной толщи являются песчано-глинистые отложения татарского яруса верхней перми. Они трансгрессивно залегают на среднекаменноугольных (каширских) известняках в пределах небольшого участка в районе г. Пестово, где их мощность составляет 10 - 12 м. Это красноцветные породы – кирпично-красные и коричневые плотные глины, песчанистые и алевроитовые, местами карбонатные, встречаются редкие прослои желтых и серых песков. (Геология СССР. Т.1, 1971)

### ***Четвертичная система ( $Q$ )***

С поверхности вся территория покрыта четвертичными отложениями различной мощности и разного генезиса. Мощность их весьма неравномерна и зависит от характера дочетвертичной поверхности. Она может варьировать от первых метров равнинной части Карбонового плато и Главного Девонского поля до 150 - 226 м в древних дочетвертичных депрессиях и долинах (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012). Здесь развиты среднечетвертичные (московский ледниковый горизонт), верхнечетвертичные



(микулинский межледниковый горизонт и валдайский надгоризонт) и современные отложения (рис. 4). (Геология СССР. Т.1, 1971)

Среднечетвертичные осадки сохранились на территории области лишь в наиболее глубоких впадинах дочетвертичного рельефа. Они представлены слоистыми, плотными темно-коричневыми глинами одинцовского горизонта. Отложения являются подстилающими для пород Московской стадии оледенения. Московский горизонт (gIIms) вскрыт скважинами в области Мстинской впадины, а также известны выходы на дневную поверхность в Приильменской низменности и в бассейне р. Ловать. Отложения представлены слоями озерных голубовато-серых и желтовато-зеленых глин и суглинков, преобладают голубые валунные суглинки, реже супеси и глины, состав обломочного материала зависит от состава подстилающих пород. В морене часто встречаются линзы и прослои водно-ледниковых отложений, а также отторженцы палеозойских пород. В краевых ледниковых образованиях, вскрытых на юго-востоке области, отмечено большое содержание плохосортированного валунно-галечного материала и песчано-гравийных отложений. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

Флювиогляциальные отложения московского горизонта (fIIms) перекрывают отложения московской морены и представлены разномерными песками, часто с примесью гравия и гальки. Они слагают долинные зандр, озы и камы. Ледниково-озерные образования (lgIIms), представленные песками, супесями и суглинками, иногда ленточными, образуют террасовидные участки некоторых речных долин.

В состав верхнечетвертичных входят отложения микулинского горизонта, в основе которого встречены континентальные фации и морская мгинская свита. Морские отложения (mIIIms) выявлены на территории области только в скважине в районе п.г.т. Крестцы и представлены темно-серыми, черными глинами и суглинками, местами слоистыми, гумусированными, запахом битума и включениями раковин морских моллюсков. Отложения микулинского горизонта имеют озерный, болотный и озерно-аллювиальный генезис и состоят преимущественно из глин и суглинков, обогащенных органическими остатками, реже песками и алевритами.



19



Образования осташковского горизонта отличаются различной мощностью, разнообразием литологического состава и генезиса и представлены комплексом ледниковых (основная и краевая морены), водно-ледниковых, аллювиальных, озёрно-аллювиальных и озёрных отложений. Отложения осташковского горизонта подразделяются на три части: нижнюю, среднюю и верхнюю, которые соответствуют этапам развития осташковского оледенения – подморенным отложениям времени наступания ледника, внутриморенным – образованиям начальной стадии деградации, и осадкам, сформировавшимся в ходе отступления ледника. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

В пониженных частях и в пределах камовых массивов основная осташковская морена (gШos) практически повсюду перекрыта сплошным покровом водно-ледниковых образований осташковского горизонта и голоценовых отложений. На суше основная морена представлена буро-коричневыми, красновато-коричневыми или серо-бурыми валунными суглинками, супесями или глинами, значительно реже встречаются песчано-валунные и валунно-галечные разности. Окраска ледниковых отложений, как правило, зависит от цвета подстилающих коренных пород. Локальная морена может быть лилово-красной, зеленоватой, голубоватой или светло-серой. Мощность основной осташковской морены непостоянна: на возвышенных равнинах, в низинах она колеблется от 1–2 до 15–20 м, а в пределах холмистых комплексов и в погребённых долинах достигает 50 м.

«Краевые морены отличаются по составу от основной морены и обычно представлены валунными супесями, реже валунными суглинками и глинами». (Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы О-35 – Псков, (N-35), О-36 – Санкт-Петербург. Объяснительная записка/ Вербицкий В. Р. [и др.].–СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 510 с. + 18 вкл.) В них присутствуют прослои и линзы грубозернистого материала, а также различные по величине отторженцы палеозойских пород, мощность которых достигает первых десятков метров. Мощность краевых ледниковых образований может достигать 100 м. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

Флювиогляциальные отложения осташковского горизонта (fШos) имеют широкое распространение. Флювиогляциальные пески образуют разнообразные формы рельефа: зандровые поля, озы, камовые массивы и гряды, аккумулятивные террасы в ложбинах стока ледниковых вод, а также слагают внутриморенные прослои и линзы. Максимальные мощности наблюдаются в пределах развития озовых и камовых холмов – 30–40 м.

Наибольшее площадное распространение имеют отложения региональных приледниковых озёр (lgIIIos), выравнивающие поверхность ледникового рельефа и формирующие пологонаклонные плоские ледниково-озёрные равнины. В их разрезах наблюдается определенная закономерность, в наиболее пониженных участках развиты ленточные глины, фациально замещающиеся при приближении к краевой части бассейна суглинками, супесями и песками. Мощность ленточных глин изменяется в широких пределах, составляя в среднем от 5–10 м до 20 м. Озерно-ледниковые пески распространены на территории области в Приильменской низменности и в Мстинской впадине, ими также часто сложены камовые массивы и гряды. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

### ***Голоцен***

Отложения имеют повсеместное развитие и представлены различными генетическими типами, в составе которых присутствуют набор континентальных осадков водного ряда, а также биогенные, эоловые и техногенные образования.

Техногенные отложения (tIV) занимают ограниченные площади в районах промышленных центров и крупных объектов горнодобывающей промышленности, а также крупных карьеров, объектов мелиоративных и сельскохозяйственных работ. В состав отложений входят перемещённые при строительстве грунты, намывные отложения и искусственные образования (асфальт, бетон и др.). К ним относятся также культурный слой в пределах городов и крупных сёл, отходы предприятий и населения –свалки бытового и промышленного мусора, различного рода отвалы добывающих и перерабатывающих производств, отходы сельскохозяйственной и агропромышленной деятельности– содержимое жижеборников и навозохранилищ, искусственные скопления валунов. Мощность техногенных отложений на суше самая разная – от первых десятков сантиметров до 30 м в пределах крупных мусорных свалок. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

Эоловые отложения (vIV) имеют достаточно широкое развитие на террасах крупных водоёмов, а также на террасах рек, озёрно-аллювиальных песчаных равнинах и прибрежных частях озёрно-ледниковых равнин в пределах Молого-Шекснинской низменности на востоке области, Мстинской впадины в центральной части и в крупных озёрных котловинах и долинах рек. Местами процессы развевания приостановлены растительностью. Представлены данные отложения как правило хорошо сортированными, тонко- и, реже, среднезернистыми песками, слагающими эоловые гряды. Мощность отложений достигает 18 м. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

Болотные отложения (bIV) широко распространены на всей территории. Они слагают верховые, переходные (сфагново-пушицевые и сфагново-осоковые олиготрофные) и низинные (осоково-топяные, крупно-осоковые и травяно-гипновые эвтрофные) болота. Наиболее крупные болотные массивы к плоским водораздельным пространствам и низинам. Крупные торфяники наблюдаются вдоль берегов Ильменского и других озёр. Многочисленные мелкие болота встречаются в межхолмных понижениях в пределах холмисто-моренного и камового рельефа, характерного для востока и юго-востока данного региона, а также в долинах рек. Залегают торфяники преимущественно на осташковских ледниковых, водно-ледниковых, озерных и озерно-аллювиальных отложениях. Образование крупных современных торфяников началось в пребореальном периоде. Иногда в пределах крупных болот прослеживается «пограничный горизонт» сильно разложившегося и уплотнённого торфа (нередко со стволами сосен), который формировался вначале суббореального времени – около 3300–3900 лет назад. Мощность торфяных залежей колеблется в широких пределах – от 0,5 до 13 м. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

Озерно-аллювиальные отложения (IaIV) слагают дельты некоторых крупных рек, таких как Волхов, Мста, Ловать, Великая и другие, прилегающие к ним участки озёрных мелководий и озёровидные расширения речных долин. Залегают они преимущественно на комплексе ледниковых и водно-ледниковых отложений осташковского горизонта. Представлены озерно-аллювиальные отложения супесями, суглинками, тонко- и мелкозернистыми песками, иногда глинистыми, реже – глинами. Иногда в них присутствуют прослои и линзы илов и торфа. Для озерно-аллювиальных отложений характерна насыщенность многочисленными растительными остатками, нередки находки пресноводных моллюсков и диатомовой флоры. Полный разрез голоценового лимноаллювия, залегающего согласно и без перерыва на позднеосташковском лимноаллювии, вскрыт в дельте р. Мста. В Приильменской низменности, в пределах акватории озера, развиты авандельты рек Ловать и Мста. Они образуют насыпные аккумулятивные тела с четко выраженной на эхограммах бровкой высотой 1–1,5 м. Сложены авандельты песками глинистыми и алевритистыми, которые ближе к краю дельт сменяются песчаными и глинисто-песчаными алевритами. Иногда внешний край авандельт в значительной мере переработан волновыми процессами. В таком случае отложения этой краевой зоны отличаются от описываемых осадков лучшей сортировкой и практическим отсутствием алевро-песчаных фракций. Основными критериями выделения данного стратона на дне оз. Ильмень являются форма аккумулятивного тела и приуроченность их к устьевым частям крупных рек, песчаный состав и характерная

гранулометрия этих песков, а также наличие многочисленных вытянутых желобов на поверхности авандельты, являющихся каналами стока. Особый характер имеют лимно-аллювиальные отложения в устье р. Шелонь – они представлены средне- и мелкозернистыми песками, практически лишенными алевропелитовых фракций. Мощность голоценового лимноаллювия достигает 12 м. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

Осадки современных озерных отложений в пределах центральной части дна акваторий представлены илами и сапропелями. Данные органо-минеральные отложения содержат до 90% глинистой фракции, могут содержать примесь алевритовых и песчаных зерен и растительный детрит. Осадки характеризуются слабой механической дифференциацией. В связи с относительно высоким содержанием органического вещества отложения, как правило, имеют темно-коричневый, черный цвет. В осадке могут встречаться целые и полурасстворенные раковины пресноводных моллюсков, часто отмечается отчетливый запах сероводорода. В крупных, но мелководных водоемах их мощность достигает 8,6 м. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

#### **1.4.2 Тектоно-магматическое строение территории**

В строении описываемой территории выделяют два структурных этажа: нижний – кристаллический фундамент, верхний – вулканогенно-осадочный чехол.

Кристаллический фундамент представлен сложнодислоцированными и интенсивно метаморфизованными породами архея – раннего протерозоя, прорванными интрузиями различного состава. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

Абсолютные отметки подошвы фундамента составляют в среднем «минус» 900–1000 м на северо-западе области в районе Прибалтийско-Ладужской моноклинали (рис. 6). «Осевую часть впадины, как наиболее погруженную по зонам разломов до абсолютных отметок «минус» 3000–3500 м, представляет Крестецкий авлакоген, являющийся крупным юго-западным звеном Среднерусской системы авлакогенов». (Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы О-35 – Псков, (N-35), О-36 – Санкт-Петербург. Объяснительная записка/ Вербицкий В.Р. [и др.].–СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 510 с. + 18 вкл.) Структура прослеживается почти на 450 км в виде широкой дуги, ограниченной двумя кулисообразно расположенными сегментами – Бологоевским и Валдайским грабенами. Ширина авлакогена по краевым разломам составляет в среднем 75 км, местами увеличиваясь до 100–125 км. На востоке он переходит в Молоковский авлакоген. Крестецкий авлакоген имеет асимметричное

строение – более крутую и погруженную юго-восточную часть (до 3500 м) по сравнению с северо-западной (1500–2000 м).

С юго-востока Крестецкий авлакоген ограничивается Нелидово-Торжковским сводом, который на западе срезается зоной разломов Торопецкого грабена. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

Структурные формы осадочного чехла разновозрастные, они находятся в различных соотношениях со структурой поверхности фундамента, и могут носить как унаследованный характер, так и инверсионный.

Вулканогенно-осадочный чехол сложен слабодислоцированными, преимущественно осадочными породами, залегающими субгоризонтально и перекрытыми четвертичными образованиями.

На рассматриваемой территории можно выделить несколько структурных ярусов. Первый из них нижнебайкальский (среднерифейско-нижневендский), сложенный терригенными и вулканогенно-осадочными формациями, выполняет Крестецкий авлакоген. Как правило, это туфо-глинисто-гравелито-песчаные породы с телами долеритов. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

Верхнебайкальский структурный ярус, сложенный верхневендско-нижекембрийскими образованиями (балтийская серия), распространен практически на всей рассматриваемой территории. Этот временной отрезок знаменуется началом нового плитного периода развития. Формации верхнебайкальского структурного яруса залегают резко несогласно на породах кристаллического фундамента и нижнебайкальско-го структурного яруса в зонах рифейских авлакогенов. Они слагают первую, характерную для платформ структурную форму – Московскую синеклизу. Северо-западный склон Московской синеклизы является одной из наиболее крупных и древних структур Восточно-Европейской платформы, заложенной в позднепротерозойское время. Эта часть структуры является областью наиболее глубокого залегания фундамента и развития наибольших мощностей осадочных толщ (свыше 2500 м).

Каледонский структурный ярус на данной территории в стратиграфическом диапазоне представлен отложениями нижнего кембрия – верхнего ордовика включительно. Начало каледонского седиментационного цикла характеризуется трансгрессивной стадией. Вышележащий комплекс карбонатных формаций верхнеордовика соответствует регрессивной стадии. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

Нижнегерцинский структурный ярус выделяется в стратиграфическом интервале от нижнего девона до нижнего карбона включительно. Ярус залегает с большим



стратиграфическим и структурным несогласием на различных формациях каледонского и верхнебайкальского ярусов. Образованию нижнегерцинского структурного яруса предшествовала крупнейшая перестройка структурного плана Восточно-Европейской платформы. Для нижней части разреза, включая отложения нижнефранского подъяруса, характерно преобладание континентальных терригенных формаций, представленных аллювиальными, аллювиально-озерными, дельтовыми фациями. Исключение составляет гипсово-мергельно-доломитовая формация, образовавшаяся в прибрежно-морских и лагунных условиях позднего эйфеля. Вышележащая часть разреза, начиная со среднефранского подъяруса, представляет собой закономерную смену формаций трансгрессивно-регрессивного ряда, от мергельно-известняковой до карбонатно-терригенных, в возрастном диапазоне от позднефранского до позднефаменского подъярусов девона. Перекрываются они континентальной угленосной глинисто-песчаной формацией визейского яруса, залегающей с большим стратиграфическим перерывом. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

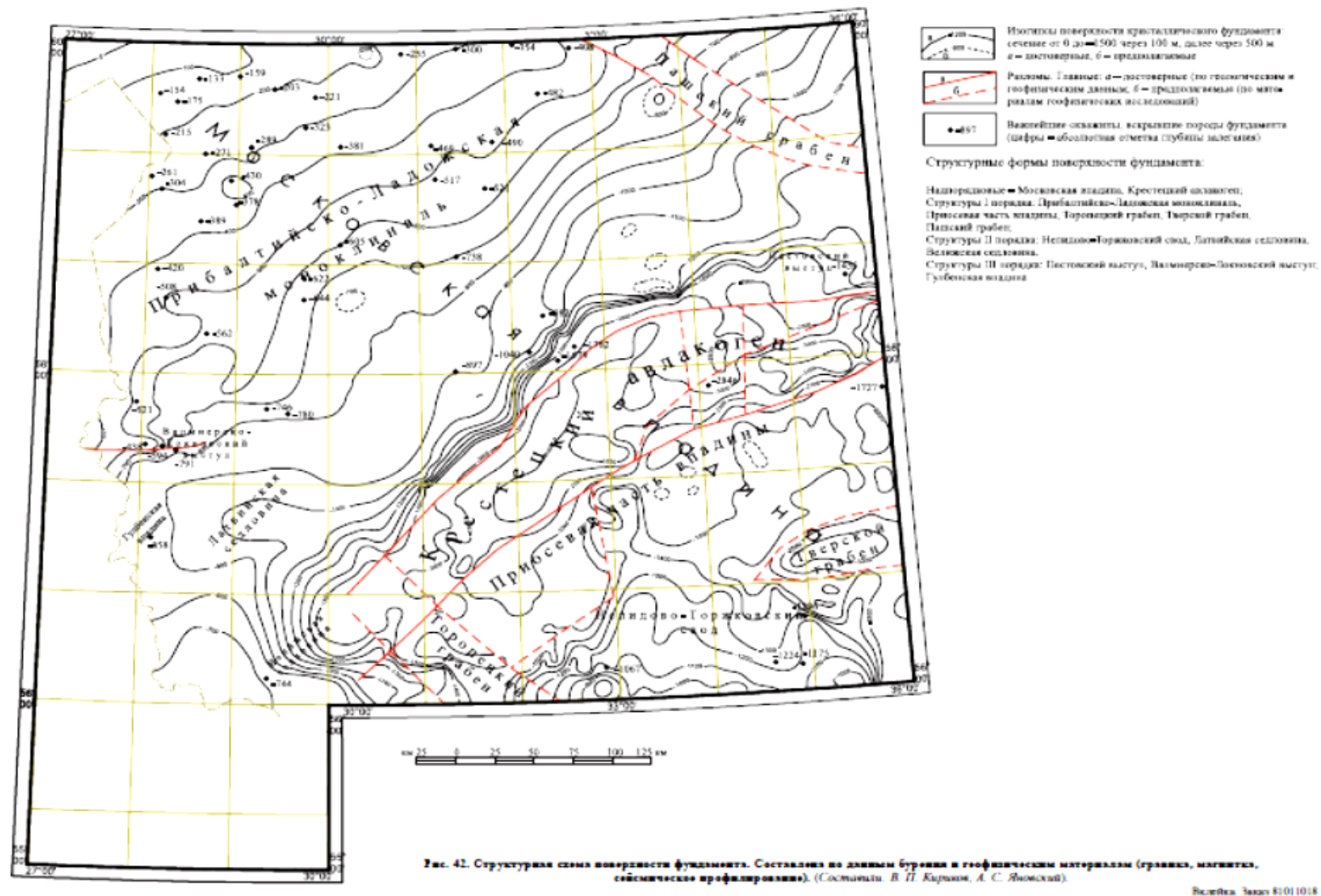


Рис. 6. Структурная схема поверхности фундамента. (Составили: В.П. Кириков, А.С. Яновский) (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

Начало верхнегерцинского этапа ознаменовалось поздневизейской трансгрессией Уральского моря и формированием новых структурных форм. Структура, занимающая около 30 % восточной части рассматриваемой территории, сложена терригенно-карбонатными и карбонатными формациями каменноугольного возраста и терригенными отложениями среднепермского возраста, которые отвечают трансгрессивным и регрессивным циклам седиментации. К трансгрессивной стадии относятся кремнистые доломитово-известняковая и глинисто-известняковая формации алексинско-протвинского возраста, а также доломитово-глинисто-известняковая верейско-каширского возраста. Регрессивная стадия представлена формацией ритмичного переслаивания известняков и доломитов с пачками пестроцветных глин и мергелей в верхней части разреза.

Залегающая на них с глубоким размывом красноцветная песчано-алевритовая формация средней перми представляет собой континентальное образование позднегерцинского этапа.

Структура западного и северо-западного крыльев Московской синеклизы верхнебайкальского структурного яруса согласуется со структурными формами поверхности фундамента. В пределах Крестецкого авлакогена ярус залегает нанижебайкальском, образуя наложенную структурную форму. К юго-востоку от Крестецкого авлакогена выделяется Нелидово-Торжковский свод, отметившийся в структуре осадочного чехла сокращением мощности верхнебайкальского яруса и выпадением из разреза кембрийских и ордовикских отложений. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

Залегающий на верхнебайкальских образованиях ниже- и верхнегерцинский структурные ярусы смяты в протяженные линейные и куполовидные пологие складки. Им соответствуют зоны поднятий: Волго-Мстинское, Нелидовское, сводовые части которых осложнены локальными поднятиями с амплитудой 10–15 м.

На северо-восточном крыле Московской синеклизы в прибортовой части Крестецкого авлакогена в верхнебайкальском структурном ярусе выявлено Пестовское поднятие, совпадающее с одноименным выступом фундамента. Абсолютные отметки его в своде по кровле составляют около 1300 м. Сформировавшись в позднебайкальский этап, эта структура претерпела инверсию в каледонский этап, о чем говорит увеличенная мощность ордовикских отложений (более 440 м) каледонского структурного яруса.

Возобновившиеся поднятия, предшествовавшие началу позднегерцинского этапа, привели к формированию современной структуры Пестовского выступа. Пестовское поднятие имеет валообразную форму скрутым южным и более пологим северным крыльями.

«Рассмотренные структурные формы разного порядка и возраста свидетельствуют об отсутствии значительных перепадов гипсометрических уровней различных горизонтов осадочного чехла». (Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы О-35 – Псков, (N-35), О-36 – Санкт-Петербург. Объяснительная записка/ Вербицкий В. Р. [и др.].–СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 510 с. + 18 вкл.) Исключение составляют лишь области распространения рифейских отложений, формировавшихся в доплитную стадию в условиях интенсивных тектонических движений по разломам с образованием мощных толщ терригенных пород, накапливавшихся в зонах линейных структур – авлакогенов, грабенов, прогибов.(Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

«В плитном комплексе дизъюнктивные нарушения проявлены слабо и находят выражение в куполовидных складках и флексурных перегибах слоев, к которым приурочены трещинные зоны, линейно ориентированные, как правило, вдоль основных разломов в фундаменте. На рассматриваемой территории прямых геологических свидетельств о крупных смещениях слоев практически нет. Наиболее вероятно влияние разломной тектоники на нижние структурные ярусы – верхнебайкальский и каледонский. Возможное влияние додевонской блоковой тектоники на вышележащие образования не доказана, так как амплитуда и наклон крыльев структур вверх по разрезу уменьшаются. Роль разломов в ранне- и позднегерцинских отложениях проявилась лишь в виде зон трещиноватости пород».(Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы О-35 – Псков, (N-35), О-36 – Санкт-Петербург. Объяснительная записка/ Вербицкий В. Р. [и др.].–СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 510 с. + 18 вкл.)

Таким образом, тектоническая перестройка на описываемой территории происходила на границе нижнего и среднего протерозоя, в начале и конце позднего протерозоя, в доживетский период, в конце позднего девона, а также в послекарбоновое и послепермское время. В соответствии с геотектоническим районированием северо-запада Русской платформы в пределах рассматриваемой территории расположены следующие части региональных структур первого порядка (типа синеклиз и антеклиз): северо-западный склон Московской синеклизы, часть восточного склона Балтийской моноклинали. Границы между ними условные, так как одна структура служит естественным продолжением другой. Так, юго-восточный склон Балтийского щита является частью или продолжением северо-западного склона Московской синеклизы. Некоторые исследователи (В. А. Котлуков, 1955 г. и др.) границу между ними условно

проводят по абсолютной отметке погружения фундамента 500 м, другие - по разлому в фундаменте в Крестецко-Валдайском районе. (Геология СССР.Т.1, 1971)

### ***Неотектоника***

Проявления неотектонических движений не оказывают существенного непосредственного влияния на облик рельефа. Однако в условиях равнинной местности эти незначительные движения находят отражение в формировании рисунка речной системы. В отличие от неотектонических движений, покровные оледенения, затронувшие территорию региона, оказали гораздо более существенное влияние на формирование современного облика рельефа.

В различных районах изучаемой территории обращает на себя внимание некоторое своеобразие черт речной и долинной сети: коленчатые изгибы крупных рек и их притоков, ориентированные в двух основных направлениях – северо-западном и северо-восточном. В некоторых случаях эти явления могут быть связаны с проявлением новейших тектонических движений.

Новейшие разрывные нарушения нашли свое отражение в виде спрямленных коленчатых участков таких рек как Волхов, Ловать, Холова. Выделять следы доледниковой неотектоники крайне сложно, так как следы аккумулятивной и экзарационной деятельности ледников накладывают свой отпечаток на все геоморфологические процессы, создавая здесь основные особенности рельефа. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

## **1.5 Гидрогеологические условия региона**

Территория Новгородской области находится полностью в пределах Московского артезианского бассейна. Исходя из этого, основные гидрогеологические закономерности определяются следующими факторами: общее погружение кровли кристаллического фундамента и пластов осадочной толщи на юго-восток в сторону осевой части Московской синеклизы; увеличение мощности осадочной толщи в этом же направлении; чередование в осадочной толще водопроницаемых пород и водоупорных горизонтов; наличие в нижней части разреза рифейских отложений, выполняющих глубокие отрицательные структуры в кристаллическом фундаменте (Крестецкий авлакоген. (Вербицкий В.Р., Вербицкий И.В., 2012)

Гидрогеологический разрез осадочной толщи в пределах территории характеризуется достаточным разнообразием и представляет собой чередование водоносных и водоупорных горизонтов, и реже водоносных комплексов и относительно водоупорных горизонтов. Происходит постепенное наращивание гидрогеологического

разреза в юго-восточном направлении с последовательным выходом на дочетвертичную поверхность гидрогеологических подразделений, приуроченных к отложениям все более и более молодым. Водоносные горизонты и комплексы, как правило, отделены друг от друга водоупорными или относительно водоупорными горизонтами, за исключением частей гидрогеологического разреза, приуроченных к отложениям среднего и верхнего девона, а также кембрия и ордовика. «В этих случаях смежные условия залегания водоносных горизонтов обусловлены наличием в разрезе достаточно контрастных водоносных горизонтов, приуроченных к карбонатным и терригенным породам, которые резко разнятся по фильтрационным свойствам и, несмотря на отсутствие разделяющих водоупоров, имеют различные пьезометрические поверхности уровней, нередко и различный химический состав подземных вод». (Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы О-35 – Псков, (N-35), О-36 – Санкт-Петербург. Объяснительная записка/ Вербцкий В. Р. [и др.].–СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 510 с. + 18 вкл.)В соответствии с геологическим строением и гидродинамическими условиями территории, в гидрогеологическом разрезе выделены подразделения от Архейско-нижнепротерозойской водоносной зоны трещиноватости (AR–PR<sub>1</sub>) до Четвертичного водоносного комплекса (Q).

Можно отметить, что единственным повсеместно распространенным региональным водоупором в пределах северо-западной части Московского артезианского бассейна является толща глин верхневендского водоупорного горизонта (V<sub>2</sub>). Достаточно мощным и широко распространенным по площади является также нижнекембрийский водоупорный горизонт (C<sub>1</sub>), который в целом также отвечает критериям регионального водоупора. Между ними верхневендским водоупорным горизонтом залегает только один маломощный нижнекембрийско-верхневендский водоносный горизонт (V<sub>2</sub>–C<sub>1</sub>). Исходя из условий распространения региональных водоупоров и их значимости в пределах изученной площади, повсеместно выделяется два водоносных этажа: архейско-вендский (AR–V) и верхневендско-четвертичный (V<sub>2</sub>–Q).

«Нижний архейско-вендский водоносный этаж (AR–V) включает в себя водоносные комплексы, содержащие порово-трещинно-пластовые воды, а также гидравлически связанную с ними архей-нижнепротерозойскую водоносную зону трещиноватости (AR–PR<sub>1</sub>) в кристаллических породах фундамента». (Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы О-35 – Псков, (N-35), О-36 – Санкт-Петербург.

Объяснительная записка/ Вербицкий В. Р. [и др.].–СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 510 с. + 18 вкл.)

Верхневендско-четвертичный ( $V_2-Q$ ) водоносный этаж включает в себя верхневендский водоупорный горизонт, залегающий в основании, и толщу с чередованием водоносных, относительно водоупорных и водоупорных горизонтов терригенных и карбонатных пород от поздневендского до среднекарбонового возраста, повсеместно перекрытых отложениями четвертичного водоносного комплекса (Q). «Водоносные горизонты содержат разные типы скоплений вод – порово-пластовые, трещинно-пластовые и карстовые». (Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы О-35 – Псков, (N-35), О-36 – Санкт-Петербург. Объяснительная записка/ Вербицкий В. Р. [и др.].–СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012. 510 с. + 18 вкл.)

## **Глава 2. Инженерно-геологические условия участка строительства скоростной автомагистрали Москва – Санкт-Петербург**

В соответствии с приложением СП47.13330.2012 Табл. А.1 категория сложности инженерно-геологических условий – III (сложная).

Отрицательными факторами являются:

- высокое положение уровня подземных вод;
- заболоченность территории с развитием торфов;
- развитие в разрезе грунтов различной степени сжимаемости;
- развитие в разрезе тиксотропных грунтов.

### **2.1 Физико-географический очерк**

#### ***Рельеф***

Исследуемая трасса скоростной автомобильной дороги Москва – Санкт-Петербург (от ПК 4150+00 до ПК 4199+50 общей протяженностью 4.95 км) административно расположена в Окуловском районе Новгородской области.

Проектируемый участок расположен в северо-западной части Русской платформы в пределах северо-западного крыла Московской синеклизы, которая представляет собой крупный чашеобразный прогиб, ориентированный удлинённой осью на северо-восток. В орографическом отношении Московская синеклиза выражена равниной, в пределах которой выделяется ряд невысоких возвышенностей и низменностей, в частности, участок трассы затрагивает западные склоны Валдайской возвышенности. Возвышенности характеризуются холмисто-грядовым или волнистым рельефом, равнины – уплощённостью, весьма слабой эрозионной расчленённостью и однообразием морфологических форм.

В геоморфологическом отношении трасса скоростной автомобильной дороги Москва – Санкт-Петербург на участке от ПК 4150+00 до ПК 4199+50 расположена в пределах ледниковой равнины, с локальными участками развития озово-камового рельефа, отложения формирующие данные формы рельефа, имеют озерно-ледниковый и флювиогляциальный генезис.

Абсолютные отметки поверхности земли по устьям скважин изменялись от 159,92 до 187,47 м.

#### **Участок от ПК 4150+00 до ПК 4154 + 00**

Трасса проходит по слабоволнистой равнине, поросшей густым смешанным лесом. Лес преимущественно ель, ольха берёза. На ПК 4153+74 к трассе с запада подходит лесная дорога.



#### **Участок от ПК 4154+00 до ПК 4157 + 40**

Трасса проходит по пологому склону, поросшему густым смешанным лесом. Лес преимущественно ель, ольха. Абсолютные отметки на данном участке изменяются по ходу трассы от 185.00 до 174.50 м. В районе ПК 4157+40 обводненная низина, торф отсутствует.

#### **Участок от ПК 4157+40 до ПК 4159 + 50**

Трасса проходит по слабоволнистой равнине. На участке ПК 4157+40 – 4158+90 участок поросший густым смешанным лесом, лес преимущественно ель, ольха. НА ПК 4159+30 трассу пересекает полевая дорога с п. Варгусово, для транспорта труднопроходима. На участке ПК 4158+90 – 4159+50 – преимущественно луговая растительность с единичными деревьями.

#### **Участок от ПК 4159+50 до ПК 4160 + 54**

Трасса проходит по пологому склону, поросшему смешанным лесом. Лес преимущественно береза, ольха. Местами лес отсутствует, преобладает луговая растительность. Абсолютные отметки на данном участке изменяются по ходу трассы от 175.50 до 167.50 м.

#### **Участок от ПК 4160+54 до ПК 4161+90**

Трасса проходит по слабоволнистой равнине. Участок поросший густым смешанным лесом, лес преимущественно ель, береза. НА ПК 4161+78 трассу пересекает лесная дорога с п. Варгусово, для транспорта труднопроходима.

#### **Участок от ПК 4161+90 до ПК 4163+07**

На участке отмечается болото атмосферного питания, тип II (в соответствии с прил. 5 СНиП 2.05.02 – 85). Протяженность заболоченного участка 117 м. Растительность – ель, береза. Максимальная мощность торфа 2.0 м (ПК 4163+00).

#### **Участок от ПК 4163+07 до ПК 4171+22**

Трасса проходит по слабоволнистой равнине. Участок поросший густым смешанным лесом, лес преимущественно ель, береза. НА ПК 4166+72 трассу пересекает лесная дорога с п. Варгусово, для транспорта труднопроходима. На участке от ПК 4167+34 до ПК 4168+04 отмечается болото атмосферного питания, тип I (в соответствии с прил. 5 СНиП 2.05.02 – 85). Протяженность заболоченного участка 70 м. Растительность – ель, береза. Максимальная мощность торфа 1.4 м (ПК 4168+00, 40 м правее от оси). На ПК 4170+35 трасса пересекает грунтовую дорогу из п. Варгусово, для транспорта труднопроходима. На ПК 4170+89 трассу пересекает ручей, абс. отметка уреза 160.55 (02.X). На участке от ПК 4170+88 до ПК 4171+04 отмечается болото атмосферного питания, тип II (в соответствии с прил. 5 СНиП 2.05.02 – 85). Протяженность

заболоченного участка 16 м. Растительность – сосна, береза. Максимальная мощность торфа 2.8 м (ПК 4171+00, 40 м левее от оси).

#### **Участок от ПК 4171+22 до ПК 4182+40**

На участке отмечаются болота атмосферного питания, тип II, III (в соответствии с прил. 5 СНиП 2.05.02 – 85). Также через болото протекает ручей, на ПК 4181+50 болото пересекает канава. Протяженность заболоченного участка 1115 м. Растительность – ольха, береза, с частой кочковатостью. Частый повал деревьев. Болото образовалось в результате заболачивания озера. Максимальная мощность болотных отложений (торф, сапрпель) 7.6 м (ПК 4173+50, 40 м левее от оси). От ПК 4179+51 до ПК 4179+85 участок не заболочен, лес сосна.

#### **Участок от ПК 4182+43 до ПК 4189+54**

Трасса проходит по слабоволнистой равнине. Участок поросший густым смешанным лесом, лес преимущественно сосна, береза. Много поваленных деревьев, местами густой подлесок. На ПК 4183+89 трассу пересекает пересыхающий ручей. Понижения на данном участке обводнены с поверхности. На участке от ПК 4186+17 до ПК 4186+76 правее от оси отмечается болото атмосферного питания, тип II (в соответствии с прил. 5 СНиП 2.05.02 – 85). Протяженность заболоченного участка 60 м. Растительность – сосна, береза. Максимальная мощность торфа 3.3 м (ПК 4186+50, 40 м правее от оси). От ПК 4188+20 до ПК 4188+80 отмечается участок развития заторфованных грунтов. Протяженность заболоченного участка 60 м. Растительность – сосна, береза. Максимальная мощность заторфованных грунтов 0.7 м (ПК 4188+40).

#### **Участок от ПК 4189+54 до ПК 4190+20**

На участке отмечается болото атмосферного питания, тип II (в соответствии с прил. 5 СНиП 2.05.02 – 85). Протяженность заболоченного участка 66 м. Растительность – ольха, береза. Максимальная мощность торфа 1.9 м (ПК 4190+00, 40 м левее от оси).

#### **Участок от ПК 4190+20 до ПК 4192+36**

Трасса проходит по слабоволнистой равнине. Участок поросший густым смешанным лесом, лес преимущественно ель, береза. Много поваленных деревьев, местами густой подлесок.

#### **Участок от ПК 4192+36 до ПК 4192+87**

На участке отмечается болото атмосферного питания, тип I (в соответствии с прил. 5 СНиП 2.05.02 – 85). Максимальная протяженность заболоченного участка 80 м (правее оси). Растительность – ольха, береза. Максимальная мощность торфа 1.3 м (ПК 4192+65, 23 м правее от оси).

#### **Участок от ПК 4192+87 до ПК 4196+11**

Трасса проходит по слабоволнистой равнине. Участок поросший густым смешанным лесом, лес преимущественно ель, береза. Понижения в рельефе обводнены с поверхности.

**Участок от ПК 4196+11 до ПК 4196+44**

Участок обводнен с поверхности, с открытым зеркалом воды на абс. отметке 165.48 (09.XI). Мощность торфа 0.3 м (с-1219-1, ПК 4196+26).

**Участок от ПК 4196+44 до ПК 4200+00**

Трасса проходит по пологому склону с абс. отметками по ходу трассы от 165.48 до 174.00 м. Участок поросший густым смешанным лесом, лес преимущественно ель, береза.

***Климат***

Район работ, согласно прил.Б, табл.Б1 СП 34.13330.2012«Автомобильные дороги», находится во II дорожно-климатической зоне.

По характеру и степени увлажнения трасса, согласно прил.В, табл.В1 СП 34.13330.2012 проходят по 2 и 3 типу местности.

Климатическая характеристика района работ приводится по данным многолетних наблюдений СЗУГКС на метеостанциях Окуловка и Крестцы.

В Новгородской области преобладают сравнительно мягкие зимы с оттепелями и непродолжительными морозами. Средняя годовая температура воздуха в Окуловском районе Новгородской области имеет положительный знак. Зимой потепления связаны с адвективным теплом, приносимым воздушными массами с Атлантики.

Средняя температура самого холодного месяца – января – равна «минус» 9,5-10,1°С. В декабре отмечена более высокая температура, что обусловлено циклонической деятельностью, в январе и феврале увеличивается повторяемость антициклонов. Многолетняя средняя годовая температура воздуха по метеостанции Окуловка равна 3,7°С. В годовом цикле средние месячные температуры воздуха изменяются от «минус» 10,1°С в январе до 16,6°С в июле. Многолетняя средняя годовая температура воздуха по метеостанции Крестцы равна 4,3°С. В годовом цикле средние месячные температуры воздуха изменяются от «минус»9,5°С в январе до 16,9°С в июле.

Самый теплый месяц июль с многолетней средней температурой воздуха 16,6-16,9°С.

Самым холодным месяцем является январь. Средняя месячная температура его по метеостанции Крестцы –9,5°, по метеостанции Окуловка –10,1°С.

Абсолютный максимум температуры воздуха наблюдается в августе и составляет 33-35°.

Абсолютный максимум за период наблюдений с 1966 по 2008 год по метеостанции Крестцы приходится на август месяц и составляет 34-35°C.

Согласно СП 131.13330.2012 «Строительная климатология», расчетная температура самой холодной пятидневки по м.ст. Новгород составляет «минус»33°C. Расчетная температура самых холодных суток составляет «минус»38°C.

За начало весны принимается устойчивый переход средней суточной температуры воздуха через ноль градусов, что происходит в районе работ в среднем в начале апреля. Период с положительными средними суточными температурами составляет в среднем 212-219 дней. Между датами перехода температуры через ноль и разрушения устойчивого снежного покрова обычно проходит не более 7-10 дней. Весна характеризуется частыми возвратами холодов, а иногда и кратковременными установлениями снежного покрова. Лето, за начало которого принимается переход температуры воздуха через 10 градусов, наступает обычно в середине мая. Средняя продолжительность лета около 4 месяцев. В летнем сезоне выделяется период среднесуточных температур выше 15 градусов, который начинается во второй декаде июня и заканчивается во второй декаде августа. Осень наступает, как правило, в середине сентября. Продолжительность осени около двух месяцев.

Зима начинается в первой декаде ноября. Первая половина зимы характеризуется преобладанием ненастной погоды с дождями и мокрым снегом. В Новгородской области преобладают сравнительно мягкие зимы с оттепелями и непродолжительными морозами. Средняя годовая температура воздуха в Окуловском районе Новгородской области положительная. Зимой потепления связаны с теплом, приносимым воздушными массами с Атлантики. Климат можно описать как умеренно-континентальный с чертами морского влияния.

Зима начинается в первой декаде ноября. Первая половина зимы, или так называемое предзимье, характеризуется преобладанием ненастной погоды с дождями и мокрым снегом. В конце ноября – начале декабря среднесуточная температура воздуха переходит через минус 5 градусов; этот период длится в среднем до 14 марта, т.е. 2 месяца. Высота снежного покрова обычно составляет около 20 см и может достигать 70 см., увеличиваясь с запада на восток.

Следует учитывать, что при строительстве зданий и сооружений, в условиях сезонного промерзания грунтов, возникает проблема морозного пучения. Ввиду погодно-климатических условий России: холодные, продолжительные зимы и теплое лето данная проблема является довольно актуальной. В связи с сезонностью, грунты успевают промерзнуть на достаточно большую глубину, в результате чего, вода в порах грунта

замерзает и расширяется, грунтовая толща увеличивается в размерах. Соответственно, возникают деформации, которые влияют на эксплуатационную способность зданий и сооружений. В среднем, в зависимости от типа грунтов, степени их обводненности и среднегодовых температур, величина промерзания грунтов в данном регионе составляет 1,3-2,0 м.

Относительная влажность воздуха меняется в течение года в широких пределах. С февраля-марта начинается понижение относительной влажности, наиболее интенсивно оно с марта по апрель. Относительная влажность воздуха достигает минимума в июне (69-72 %), а максимум приходится на декабрь (87-90 %).

Холодный период в регионе составляет 5 месяцев (ноябрь-март), теплый период - 7 месяцев (апрель-октябрь). Среднее многолетнее количество осадков составляет в год более 700 мм. В теплый период, с апреля по октябрь включительно, осадков выпадает в 2 раза больше, чем в холодный. Летние осадки дают как морские, так и континентальные воздушные массы. При вторжении морского воздуха дожди часто имеют затяжной характер. При континентальном – осадки кратковременные. Наибольшие месячные суммы осадков приходятся на июль - август, 86-87 мм. Самое «сухое» время весной – март – апрель, когда выпадает около 40 мм осадков.

В холодный период, с ноября по март включительно, осадков меньше, около 30% годового количества. Февраль – самый «сухой» месяц холодного периода и года в целом, когда выпадает 32 мм осадков. Примерно половина годового количества осадков – 50% - выпадает в жидком виде, главным образом, летом и в первой половине осени. Зимой осадки выпадают преимущественно в твердом виде, составляя около 30% годового количества.

## **2.2 Геологическое строение участка скоростной автомагистрали Москва–Санкт-Петербург, км415 – км 420**

В пределах глубины инженерно-геологических исследований (до 13,0 м) на участке км 415 – км 420 принимают участие современные, верхне- и среднечетвертичные отложения. На основе стратиграфо-генетического расчленения толщи четвертичных отложений, изучения состава и свойств грунтов на площадке выделено 39 инженерно-геологических элементов, описание которых приведено ниже. По результатам инженерно-геологических изысканий были составлены геолого-литологические колонки скважин (Приложение 1) и инженерно-геологические разрезы.

## *Четвертичная система – Q*

### *Современный отдел – IV*

Почвенно-растительный слой (ПРС) развит практически повсеместно непосредственно с дневной поверхности (абс. отм. 160,47 – 187,47 м), мощность его от 0.1 до 0.3 м. Почвенно-растительный слой ПРС без корней деревьев и кустарников (0а) мощностью 0.10 – 0.20 м развит на участке ПК 4159+50 – 4160+00. На остальных участках трассы распространен почвенно-растительный слой с корнями деревьев и кустарников (0б). ПРС практически отсутствует на отдельных участках развития болотных отложений по трассе.

*Техногенные отложения (tIV)* представлены:

- Перемешанными грунтами, мощностью 0.3 м (с-1202-1), суглинки серые, мягкопластичные.

Биогенные (болотные) отложения (bIV) имеют широкое распространение непосредственно с дневной поверхности и представлены:

- **ИГЭ-16** - среднезаторфованные грунты, обводненные, коричневые, локально распространенные, вскрыты с абс. отм. 159,76 – 165,49 м, мощностью от 0,2 до 0,7 м. Встречены по трассе в скважинах с-1153, с-1190.
- **ИГЭ-2-1** - торфа среднеразложившиеся, маловлажные, обводненные, светло-коричневые, коричневые, вскрыты с глубин 0,0 — 2,1 м (абс. отметки 157,87 - 166,79), мощностью от 0,3 до 2,2 м.
- **ИГЭ-2-2** - торфа среднеразложившиеся, средней влажности, обводненные, коричневые, распространенные с глубин 0,0 - 1,8 м (абс. отметки 158,53 - 166,54), мощностью от 1,0 до 3,5 м.
- **ИГЭ-2-3** - торфа среднеразложившиеся, очень влажные, распространены с глубин 0,0 - 1,7 м (абс. отм 158,36 - 160,09), мощностью от 1,1 до 2,0 м.
- **ИГЭ-2-4** - торфа среднеразложившиеся, избыточной влажности, локально распространенные с глубины 0,0 м (абс. отметки 159,95 - 160,12), мощностью 0,5 - 1,2 м.
- **ИГЭ-2а-1** - торфа слаборазложившиеся маловлажные, локально распространенные с поверхности (абс. отметки 159,92 - 160,01), мощностью 1,5 - 2,3 м.
- **ИГЭ-2а-2** - торфа слаборазложившиеся средневлажные, вскрыты с поверхности (абс. отметки 159,92 - 165,50), мощностью 0,3 - 1,8 м.
- **ИГЭ-2а-3** - торфа слаборазложившиеся очень влажные, локально распространенные с поверхности (абс. отметки 160,08 - 160,54), мощностью 0,3 - 1,8 м.
- **ИГЭ-2б-1** - торфа сильноразложившиеся, маловлажные, вскрыты с глубин 0,0 – 3,0 м (абс. отм. 158,02 - 168,31), мощность слоя изменяется от 1,2 до 3,3 м.

- **ИГЭ-2б-2** - торфа сильноразложившиеся, средневлажные, вскрыты с глубин 0,7 - 2,5 м (абс. отм. 157,41 - 159,38 м), мощность слоя варьирует от 0,4 до 3,1 м.
- **ИГЭ-2б-3** - торфа сильноразложившиеся, избыточной влажности, распространенные с поверхности (абс. отм. 159,96 - 160,22), мощность слоя варьирует от 1,3 до 1,7 м.
- **ИГЭ-2в** - сапропеляи маловлажные, вскрыты с глубин 2,2-5,2 м (абс. отм. 154,72 – 158,12), мощностью 0,4 – 3,6 м.
- **ИГЭ-2в-1** сапропеляи средневлажные, вскрыты с глубин 2,6-4,21 м (абс. отм. 155,82 – 157,44), мощностью 0,5 – 4,7 м.

Общая мощность болотных отложений (bIV) варьирует от 0,3 до 6,0 м (Текстовое приложение 2). Наиболее широкое распространение болотные отложения имеют на участках трассы на ПК 4171+22 – 4179+51, ПК 4179+85 – 4182+40.

Аллювиальные отложения (aIV) вскрыты в поймах водотоков и представлены суглинками легкими пылеватыми текучими (**ИГЭ-2ж**), локально распространены с глубины 0,0 – 0,1 м (абс. отм. 165,41 – 165,78 м), мощностью 4,1 – 5,5 м.

#### *Верхнечетвертичные отложения – III*

Озерно-ледниковые отложения (lgIII) - имеют широкое распространение в районе предполагаемого строительства трассы скоростной автомобильной дороги Москва – Санкт-Петербург, они залегают в виде линз или довольно мощных протяженных прослоев, переслаиваясь между собой. Озерно-ледниковые отложения представлены:

- **ИГЭ-3** - пески мелкие средней плотности влажные и насыщенные водой, имеют локальное распространение по трассе с глубины 0,1 – 1,0 м (абс. отм. 162,17 – 167,48 м), мощность их 0,3 – 2,4 м.
- **ИГЭ-3б** - пески пылеватые средней плотности влажные и насыщенные водой, вскрыты с глубин 0,3 – 5,5 м (абс. отм. 160,02 – 169,28 м), мощность их 0,5 – 2,0 м.
- **ИГЭ-3в** - пески средней крупности, средней плотности влажные и насыщенные водой, вскрыты с глубин 0,6 – 3,0 м (абс. отм. 159,56 – 166,59 м), мощность их 0,4 – 1,7 м.
- **ИГЭ-4** - суглинки легкие пылеватые, редко тяжелые пылеватые мягкопластичные с гравием до 5%, вскрыты с глубин 0,1 – 0,9 м (абс. отм. 166,81 – 167,52 м), мощность их 0,5 – 1,6 м.
- **ИГЭ-4а** - суглинки легкие пылеватые текучепластичные с гнездами и прослоями песков, вскрыты с глубин 0,2 – 5,8 м (абс.отм. 154,17 – 167,21 м). Мощность слоя составляет 0,5 – 1,7 м.

- **ИГЭ-4б** - суглинки легкие пылеватые текучие с гнездами и прослоями песков, вскрыты с глубин 0,3-2,8 м (абс. отм. 165,20-167,96 м), мощность их 0,9-3,0 м.
- **ИГЭ-4в** - суглинки тяжелые пылеватые текучие с гнездами и прослоями песков, вскрыты с глубин 1,3 – 7,6 м (абс. отм. 154,04-158,62 м), мощность их 0,4-4,6 м.
- **ИГЭ-5** - суглинки легкие пылеватые, редко тяжелые пылеватые тугопластичные с гравием до 5% вскрыты с глубин 0,1 – 2,8 м (абс. отм. 157,19-172,93 м), мощность их 0,4 – 2,6 м.
- **ИГЭ-6** - супеси песчанистые, редко пылеватые текучие с прослоями песков, с гравием до 5%, вскрыты с глубин 0,6 – 1,9 м (абс. отм. 159,16 – 167,77 м), мощность их 0,4 – 1,9 м.
- **ИГЭ-7** - супеси пластичные слоистые тиксотропные с прослоями песков, вскрыты с глубин 0,2– 1,3 м (абс. отм. 161,28 – 181,56 м), мощность их 0,2 – 1,2 м.

Кровля озерно-ледниковых отложений залегает непосредственно с дневной поверхности под почвенно-растительным слоем, биогенными и аллювиальными отложениями с глубины 0,1 – 7,6 м (абс. отм. 154,04 – 181,56 м).

Общая вскрытая мощность озерно-ледниковых отложений 0,2-4,6 м.

*Ледниковые отложения (gIII)* - вскрыты повсеместно под озерно-ледниковыми грунтами, на отдельных участках под биогенными грунтами, участками под почвенно-растительным слоем и представлены:

- **ИГЭ-12** - супеси песчанистые и пылеватые с гравием и галькой от 5% до 15%, пластичные с гнездами и прослоями песков, вскрыты с глубин 0,1 – 4,3 м (абс. отм. 156,97 – 185,58 м), вскрытая мощность их 0,3 – 3,5 м.
- **ИГЭ-12б** - супеси пылеватые с гравием и галькой от 5% до 15%, пластичные, вскрыты с глубин 0,2 — 12,0 м (абс. отм. 147,95 — 184,42 м), мощность их варьирует от 1,0 до 3,3 м.
- **ИГЭ-14** - суглинки легкие песчанистые и пылеватые с гравием и галькой от 5% до 15%, мягкопластичные с гнездами и прослоями песков, вскрыты с глубин 0,1 – 10,8 м (абс. отм. 149,25-187,37 м), мощность их 0,6 – 6,0 м. Широко распространены по трассе.
- **ИГЭ-15** - суглинки легкие песчанистые и легкие пылеватые тугопластичные с гравием и галькой от 5% до 15%, с гнездами и прослоями песков, имеют широкое распространение по трассе, вскрыты с глубин 0,1– 8,0 м (абс. отм. 152,08-187,32 м), вскрытая мощность их 0,3-7,5 м.



- **ИГЭ-15а** - суглинки легкие пылеватые текучепластичные с гравием и галькой от 5% до 10%, с гнездами и прослоями песков, вскрыты с глубин 0,3-1,6 м (абс. отм. 158,34-170,56 м.), вскрытая мощность 0,6 – 2,4 м.

- **ИГЭ-15б** - суглинки легкие пылеватые твердые с гравием и галькой от 5% до 10%, с гнездами и прослоями песков, вскрыты с глубины 0,1 м (с-1173), (абс. отм. 164,03 м), вскрытая мощность 1,3 м.

- **ИГЭ-16** - суглинки легкие песчанистые и пылеватые с гравием и галькой от 5% до 15%, полутвердые с гнездами и прослоями песков, имеющие широкое распространение по трассе, вскрыты с глубин 0,1 – 7,6 м (абс. отм. 152,72-186,12 м), вскрытая мощность их 0,3 – 7,9 м.

- **ИГЭ-16а1** - пески пылеватые средней плотности влажные и насыщенные водой с гравием и галькой от 5% до 15%, вскрыты с глубин 0,1 – 6,0 м (абс. отм. 154,05 – 171,79 м), мощность их 0,3 – 4,0 м.

- **ИГЭ-16б** - суглинки легкие песчанистые с гравием и галькой от 5% до 15%, твердыми, вскрыты с глубин 0,1 – 1,4 м (абс. отм. 160,86 – 169,33 м), вскрытая мощность их 1,7 – 3,0 м.

- **ИГЭ-16в1** - пески мелкие средней плотности влажные и насыщенные водой с гравием и галькой от 5% до 15%, вскрыты с глубин 0,1 – 11,0 м (абс. отм. 148,95-169,01 м), мощность их 0,5 – 4,4 м.

Кровля ледниковых отложений вскрыта с глубины 0,1 – 12,0 м (абс. отм. 147,95 – 187,37 м). Распространены практически повсеместно.

Общая вскрытая мощность ледниковых отложений 0,30-7,90 м.

#### *Среднечетвертичные озерно-ледниковые отложения (lgIIms)*

имеют локальное распространение, они залегают в виде линз и прослоев под ледниковыми грунтами и представлены:

- **ИГЭ-16–9а** - суглинки легкие и тяжелые пылеватые мягкопластичные с прослоями /до 0,2 м/ песков и супесей, вскрыты с глубин 2,1 – 6,7 м (абс.отм. 178,70 – 184,02 м). Мощность слоя составляет 1,0 – 4,9 м.

- **ИГЭ-16-10** - пески пылеватые средней плотности влажные и насыщенные водой с гравием и галькой от 5% до 10%, вскрыты с глубин 2,6 – 5,3 м (абс. отм. 180,46 – 184,87 м), мощность их 0,7 – 1,9 м.

Общая вскрытая мощность межледниковых озерно-ледниковых отложений 3,20–5,4 м.

## **2.3 Гидрогеологические условия участка скоростной автомагистрали Москва– Санкт-Петербург, км 415 – км 420**

Территория Окуловского района Новгородской области в гидрогеологическом отношении полностью находится в пределах района первого порядка - области артезианских бассейнов с напорными пластовыми водами (Русский артезианский бассейн первого порядка).

Гидрогеологические условия трассы проектируемой скоростной автомобильной дороги Москва – Санкт-Петербург на участке трассы ПК 4150+00 – ПК 4199+50 характеризуются наличием подземных вод со свободной поверхностью.

Подземные воды со свободной поверхностью вскрыты практически всеми выработками в период изысканий (февраль - май 2014 года) на глубинах от 0,0 до 3,4 м (абс. отм. 158,67 – 187,17 м), уровень установился на глубинах 0,0-3,4 м (абс. отм. 158,67 – 187,22 м).

Подземные воды на отдельных участках, где водовмещающие пески перекрыты связными грунтами, обладают местным напором. Вскрыты отдельными выработками на глубинах 2,6 – 5,3 м (абс. отм. 180,46 – 184,87 м). Пьезометрические уровни установились на глубинах 2,0 – 4,4 м (абс. отм. 181,36 – 185,47 м). Величина напора составила 0,6 – 1,7 м.

Водовмещающими породами являются биогенные торфы и заторфованные грунты, озерно-ледниковые и ледниковые пески, а также прослои песков в связных грунтах озерно-ледникового и ледникового генезисов.

Зафиксированные уровни подземных вод первого от поверхности водоносного горизонта близки к среднегодовым.

Питание первого от поверхности водоносного горизонта происходит за счет инфильтрации атмосферных осадков, разгрузка - в местную гидрографическую сеть.

Максимальная многолетняя амплитуда колебания уровня подземных вод первого от поверхности водоносного горизонта находится в прямой зависимости от уровня режима водотоков, пересекаемых трассой, на участках водоразделов по данным режимных наблюдений и составляет ~ 2,0 м.

В периоды интенсивного снеготаяния и ливневых дождей в почвенно-растительном слое возможно возникновение вод типа «верховодка», в понижениях рельефа возможно образование зеркала свободной воды.

Максимальные уровни подземных вод на данном участке трассы следует ожидать близкими к дневной поверхности земли.

Результаты химических анализов и степень агрессивности подземных вод приведены в текстовом приложении 3.

По результатам определения химических анализов воды в данном районе: хлоридно-сульфатно-гидрокарбонатные, сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатные, магниевые – кальциевые, кальциевые – натриевые, натриево-кальциевые.

Подземные воды, вскрытые по трассе, в целом, в соответствии с табл. В.3 СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии» среднеагрессивны по содержанию агрессивной углекислоты, по отношению к бетонам нормальной плотности по водонепроницаемости, неагрессивны по отношению к арматуре железобетонных конструкций по содержанию сульфатов и хлоридов.

Подземные воды в соответствии с табл. 2 и 4 ГОСТ 9.602-2005 обладают преимущественно средней, редко высокой (с-1103) степенью агрессивности по отношению к алюминиевым оболочкам кабелей, и средней степенью агрессивности по отношению к свинцовым оболочкам кабелей.

Грунты по трассе в соответствии с табл. 2 и 4 ГОСТ 9.602-2005 обладают средней степенью агрессивности по отношению к свинцовым, и средней и высокой – к алюминиевым оболочкам кабелей.

Грунты по трассе практически повсеместно в соответствии с табл. 1 ГОСТ 9.602-2005 обладают средней степенью агрессивности по отношению к конструкциям из углеродистой стали.

## **2.4 Физико-механические свойства грунтов по трассе скоростной автомагистрали Москва – Санкт-Петербург на участке трассы км 415 - км 420**

На основании геолого-литологического строения и физико-механических свойств грунтов, с учетом возраста, происхождения и номенклатурного вида по ГОСТ 25100-2011, в соответствии с требованиями ГОСТ 20522-2012, в пределах исследуемых глубин (5,0 - 13,0 м) выделено 39 инженерно-геологических элементов.

Нормативные и расчетные значения физико-механических свойств грунтов для расчета основания фундаментов искусственных сооружений приведены в таблице 1.

Показатели состава и свойств описанных выше грунтов приведены в приложении 1.

Результаты полевых испытаний прочностных свойств слабых грунтов методом вращательного среза (крыльчатка) приведены в текстовом приложении 4.

Подробное описание, условия и характер пространственного залегания слоев приведены в геолого-литологических колонках скважин (Приложение 5).

Таблица 1.

Нормативные и расчетные физико-механические характеристики грунтов оснований																				
№ ИГЭ	Наименование грунтов	Геологический индекс	Плотность грунта, г/см <sup>3</sup>			Коэффициент пористости	Естественная влажность, доли ед.	Число пластичности	Показатель текучести	Прочностные характеристики						Модуль деформации <u>МПа</u> кгс/см <sup>2</sup>	Условное сопротивление , <u>кПа</u> тс/м <sup>2</sup>	Коэффициент фильтрации, м/сут	Методы определения расчетных характеристик	
										угол внутреннего трения φ, [ °]			Удельное сцепление, <u>кПа</u> кг/см <sup>2</sup>							
			ρ <sub>n</sub>	ρ <sub>I</sub>	ρ <sub>II</sub>	e	We	Ip	I <sub>L</sub> / C <sub>B</sub>							φ <sub>n</sub>	φ <sub>I</sub>	φ <sub>II</sub>		c <sub>n</sub>
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
Четвертичная система - Q																				
Современные отложения -IV																				
Биогенные отложения - bIV																				
16	Грунты среднезаторфованные	bIV	2,05	-	-	3,757	1,83	0,09	<u>0,77</u> <u>0,74</u>	Удельное сцепление C = 0,027 МПа В качестве естественного основания не рекомендуются						<u>1,8</u> <u>18</u>	-	-	ρ, W, e, E – лаб. данные; C – испытания вращательным срезом	
2-1	Торфы среднеразложившиеся, маловлажные, обводненные	bIV	1,10	1,08	1,09	7,679	4,26	При уплотняющих напряжениях p=0,1 МПа, модуль деформации E=0,24 Мпа Удельное сцепление C = 0,022 МПа В качестве естественного основания не рекомендуются								-	-	ρ, W, e – лаб. данные; E –лаб. данные с учетом «Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах, 2004», табл.Л.1.1; C – испытания вращательным срезом		
2-2	Торфы среднеразложившиеся, средней влажности, обводненные	bIV	1,05	1,04	1,05	13,617	7,41	При уплотняющих напряжениях p= 0,1 МПа, модуль деформации E=0,19 МПа Удельное сцепление C = 0,016 МПа В качестве естественного основания не рекомендуются								-	-	ρ, W, e – лаб. данные; E учетом «Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах, 2004», табл.Л.1.1; C – испытания вращательным срезом		
2-3	Торфы среднеразложившиеся, очень влажные, обводненные	bIV	1,03	1,02	1,03	19,148	10,20	При уплотняющих напряжениях p= 0,1 МПа, модуль деформации E=0,17 МПа Удельное сцепление C = 0,009 МПа В качестве естественного основания не рекомендуются								-	-	- « -		
2-4	Торфы среднеразложившиеся, избыточной влажности, обводненные	bIV	1,02	1,01	1,02	28,841	15,72	При уплотняющих напряжениях p= 0,1 МПа, модуль деформации E=0,15 Мпа Удельное сцепление C = 0,005 МПа В качестве естественного основания не рекомендуются								-	-	- « -		
2a-1	Торфы слаборазложившиеся, маловлажные, обводненные	bIV	1,11	1,10	1,11	7,863	4,16	При уплотняющих напряжениях p= 0,1 МПа, модуль деформации E=0,23 МПа Удельное сцепление C = 0,028 МПа В качестве естественного основания не рекомендуются								-	-	- « -		
2a-2	Торфы слаборазложившиеся, средней влажности, обводненные	bIV	1,04	1,02	1,03	13,941	7,75	При уплотняющих напряжениях p= 0,1 МПа, модуль деформации E=0,19 МПа Удельное сцепление C = 0,021 МПа В качестве естественного основания не рекомендуются								-	-	- « -		
2a-3	Торфы слаборазложившиеся, очень влажные, обводненные	bIV	1,02	1,01	1,01	21,345	11,40	При уплотняющих напряжениях p= 0,1 МПа, модуль деформации E=0,17 МПа Удельное сцепление C = 0,013 МПа В качестве естественного основания не рекомендуются								-	-	- « -		
2б-1	Торфы сильноразложившиеся, маловлажные, обводненные	bIV	1,08	1,06	1,07	9,517	4,98	При уплотняющих напряжениях p= 0,1 МПа, модуль деформации E=0,23 МПа Удельное сцепление C = 0,015 МПа В качестве естественного основания не рекомендуются								-	-	- « -		
2б-2	Торфы сильноразложившиеся, средней влажности, обводненные	bIV	1,05	1,04	1,05	15,526	7,87	При уплотняющих напряжениях p= 0,1 МПа, модуль деформации E=0,19 Мпа Удельное сцепление C = 0,009 МПа В качестве естественного основания не рекомендуются								-	-	ρ, W, e – лаб. данные; E – «Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах, 2004», табл.Л.1.1, с учетом лаб. данных; C – испытания вращательным срезом		
2б-3	Торфы сильноразложившиеся, избыточной влажности, обводненные	bIV	1,01	1,00	1,01	28,672	15,35	При уплотняющих напряжениях p= 0,1 МПа, модуль деформации E=0,15 Мпа Удельное сцепление C = 0,004 МПа В качестве естественного основания не рекомендуются								-	-	ρ, W, e – лаб. данные; E учетом «Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах, 2004», табл.Л.1.1; C – испытания вращательным срезом		

Нормативные и расчетные физико-механические характеристики грунтов оснований																			
№ ИГЭ	Наименование грунтов	Геологический индекс	Плотность грунта, г/см <sup>3</sup>			Коэффициент пористости	Естественная влажность, доли ед.	Число пластичности	Показатель текучести	Прочностные характеристики						Модуль деформации <u>МПа</u> кгс/см <sup>2</sup>	Условное сопротивление <u>кПа</u> тс/м <sup>2</sup>	Коэффициент фильтрации, м/сут	Методы определения расчетных характеристик
										угол внутреннего трения φ, [ °]			Удельное сцепление, <u>кПа</u> кг/см <sup>2</sup>						
			ρ <sub>n</sub>	ρ <sub>I</sub>	ρ <sub>II</sub>	e	We	Ip	I <sub>L</sub> / C <sub>B</sub>							φ <sub>n</sub>	φ <sub>I</sub>	φ <sub>II</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
2в	Сапропели органо-минеральные средней влажности	bIV	1,23	1,21	1,22	4,390	1,81	0,30	<u>3,56</u> 1,38	При уплотняющих напряжениях p= 0,05 МПа, модуль деформации E=0,30 МПа Удельное сцепление C = 0,007 МПа В качестве естественного основания не рекомендуются						-	-	ρ, W, e, I <sub>L</sub> , C <sub>b</sub> – лаб. данные; Е – «Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах, 2004», табл.Л2; С – испытания вращательным срезом	
2в-1	Сапропели органо-минеральные очень влажные	bIV	1,09	1,08	1,08	10,573	4,77	0,40	<u>4,41</u> 1,58	При уплотняющих напряжениях p= 0,05 МПа, модуль деформации E=0,20 МПа Удельное сцепление C = 0,004 МПа В качестве естественного основания не рекомендуются						-	-	- « -	
Аллювиальные отложения - aIV																			
2ж	Суглинок легкий пылеватый текучий	aIV	1,79	1,76	1,77	1,115	0,41	0,11	<u>1,42</u> 1,08	5	4	5	<u>10</u> (0,10)	<u>8</u> (0,08)	<u>9</u> (0,09)	<u>7,7</u> 77	-	0.05*	ρ, W, e, I <sub>L</sub> , C <sub>b</sub> , E, c, φ – лаб. данные; R <sub>o</sub> - СП 35.13330.2011
Верхнечетвертичные отложения -III																			
Озерно-ледниковые отложения - lgIII																			
3	Пески мелкие средней плотности влажные и насыщенные водой	lgIII	<u>1.81</u> 2.00	<u>1.79</u> 1.98	<u>1.80</u> 1.99	0.642	<u>Влаж</u> Нас. Вод	-	-	32	29	32	<u>2</u> (0.02)	<u>1</u> (0.01)	<u>2</u> (0.02)	<u>29</u> 293	<u>147</u> (15)	1,02	ρ, W, e – расчет.данные; c, φ, E – прил. Б табл. Б.1 СП 22.13330.2011, R <sub>o</sub> - СП 35.13330.2011
3б	Пески пылеватые средней плотности влажные и насыщенные водой	lgIII	<u>1.77</u> 1.97	<u>1.75</u> 1.94	<u>1.77</u> 1.97	0.702	<u>Влаж</u> Нас. Вод	-	-	28	25	28	<u>3</u> (0.03)	<u>2</u> (0.02)	<u>3</u> (0.02)	<u>15</u> 145	<u>Вл.147</u> (15) <u>Н.в.98</u> (10)	0,44	- « -
3в	Пески средней крупности средней плотности влажные и насыщенные водой	lgIII	<u>1.81</u> 2.01	<u>1.79</u> 1.99	<u>1.81</u> 2.01	0.628	<u>Влаж</u> <u>Нас.</u> <u>Вод</u>	-	-	35	32	35	<u>1</u> (0.01)	<u>1</u> (0.01)	<u>1</u> (0.01)	<u>33</u> 325	<u>245</u> 25	2,92	- « -
4	Суглинки легкие песчанистые мягкопластичные (по C <sub>б</sub> тугопластичные)	lg III	2,02	1,98	1,99	0,657	0,24	0,10	<u>0.62</u> 0.22	19	18	19	<u>24</u> (0.24)	<u>23</u> (0.23)	<u>24</u> (0.23)	<u>17</u> 170	-	0.05*	ρ, W, e,– лаб. данные; С, φ - лаб. данные с учетом табл.Б.2, прил. Б, СП 22.1330.2011; Е – табл. Б.3 прил. Б, СП 22.13330.2011 с учетом лабораторных данных; R <sub>o</sub> - СП 35.13330.2011
4а	Суглинки легкие пылеватые текучепластичные, слоистые тиксотропные (по C <sub>б</sub> - мягкопластичные)	lgIII	1,99	1,97	1,98	0,704	0,25	0,09	<u>0.85</u> 0.38	17	15	16	<u>17</u> (0.17)	<u>16</u> (0.16)	<u>17</u> (0.17)	<u>9</u> 90	-	0.05*	ρ, W, e, C, φ, E – лаб. данные; R <sub>o</sub> - СП 35.13330.2011
4б	Суглинки легкие пылеватые текучие, слоистые тиксотропные (по C <sub>б</sub> - мягкопластичные)	lg III	1,86	1,82	1,84	0,937	0,34	0,10	<u>1.45</u> 0.54	9	7	8	<u>11</u> (0.11)	<u>10</u> (0.10)	<u>11</u> (0.11)	<u>7</u> 70	-	0.05*	- « -

Нормативные и расчетные физико-механические характеристики грунтов оснований

№ ИГЭ	Наименование грунтов	Геологический индекс	Плотность грунта, г/см <sup>3</sup>			Коэффициент пористости	Естественная влажность, доли ед.	Число пластичности	Показатель текучести	Прочностные характеристики						Модул ь дефор мации <u>МПа</u> кгс/см <sup>2</sup>	Усло вное сопро тив ление , <u>кПа</u> тс/м <sup>2</sup>	Коэффициент фильтрации, м/сут	Методы определения расчетных характеристик
										угол внутреннего трения φ, [ °]			Удельное сцепление, <u>кПа</u> кг/см <sup>2</sup>						
			ρ <sub>n</sub>	ρ <sub>I</sub>	ρ <sub>II</sub>	e	We	Ip	I <sub>L</sub> / C <sub>B</sub>	φ <sub>n</sub>	φ <sub>I</sub>	φ <sub>II</sub>	c <sub>n</sub>	c <sub>I</sub>	c <sub>II</sub>	E	R <sub>o</sub>	K <sub>φ</sub>	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
4в	Суглинки тяжелые пылеватые текучие тиксотропные (по Сб - мягкопластичные)	lg III	1,76	1,74	1,75	1,171	0,41	0,14	<u>1.54</u> 0.74	6	5	6	<u>8</u> (0.08)	<u>7</u> (0.07)	<u>8</u> (0.08)	<u>5</u> 50	-	0.05*	- « -
5	Суглинки легкие пылеватые, тугопластичные слоистые (по Сб - тугопластичные)	lg III	2,01	1,98	1,99	0,676	0,25	0,11	<u>0.33</u> 0.10	22	19	22	<u>27</u> (0.27)	<u>18</u> (0.18)	<u>27</u> (0.27)	<u>18</u> 180	<u>190</u> 19	0.05*	ρ, W, e – – лаб. данные; c, φ, E – прил. Б табл. Б.2, Б.3 СП 22.13330.2011, Ro- СП 35.13330.2011
6	Супеси пылеватые текучие тиксотропные (по Сб - мягкопластичные)	lg III	1,99	1,96	1,97	0,690	0,26	0,06	<u>1.50</u> 0.66	13	12	12	<u>9</u> (0.09)	<u>8</u> (0.08)	<u>8</u> (0.08)	<u>6</u> 60	÷	0.20*	ρ, W, e, C, φ, E – лаб. данные; Ro- СП 35.13330.2011
7	Супеси пылеватые, пластичные тиксотропные (по Сб - мягкопластичные)	lg III	2,06	2,03	2,04	0,576	0,21	0,06	<u>0.77</u> 0.16	19	17	19	<u>14</u> (0.14)	<u>12</u> (0.12)	<u>13</u> (0.13)	<u>11</u> 110	÷	0.20*	- « -
Ледниковые отложения - gIII																			
12	Супеси песчанистые, пластичные (по Сб - мягкопластичная) с гравием и галькой 10-15%	g III	2,17	2,15	2,16	0,430	0,16	0,06	<u>0.51</u> 0.36	19	17	18	<u>14</u> (0.14)	<u>12</u> (0.12)	<u>13</u> (0.13)	<u>14</u> 140	<u>98</u> 10	0.20*	ρ, W, e, – лаб. данные; C, φ - лаб. данные с учетом табл.Б.2, прил. Б, СП 22.1330.2011; E – табл. Б.3 прил. Б, СП 22.13330.2011 с учетом лабораторных данных; Ro- СП 35.13330.2011
12б	Супеси пылеватые пластичные (по Сб - тугопластичные)с гравием и галькой 10-15%	g III	2,12	2,09	2,10	0,503	0,18	0,06	<u>0.69</u> 0,18	14	13	14	<u>11</u> (0.11)	<u>9</u> (0.09)	<u>10</u> (0.10)	<u>10</u> 100	-	0.20*	- « -
14	Суглинки легкие песчанистые мягкопластичные (по Сб - мягкопластичные) с гравием и галькой до 10%	g III	2,09	2,06	2,07	0,557	0,20	0,09	<u>0.63</u> 0.28	16	15	16	<u>17</u> (0.17)	<u>16</u> (0.16)	<u>16</u> (0.16)	<u>8</u> 80	-	0.05*	- « -
15	Суглинки легкие песчанистые тугопластичные (по Сб - тугопластичные) с гравием и галькой 10-15%	g III	2,14	2,12	2,13	0,490	0,18	0,09	<u>0.38</u> 0.06	23	20	23	<u>37</u> (0.37)	<u>25</u> (0.25)	<u>37</u> (0.37)	<u>46</u> 460	<u>180</u> 18	0.05*	ρ, W, e - лаб. данные; C, φ, E – табл. Б.2, Б.3. прилож. Б, СП 22.13330.2011; Ro- таб. СП 35.13330.2011
15а	Суглинки легкие пылеватые текучепластичные (по Сб - мягкопластичные) с гравием и галькой до 10%	g III	2,02	1,99	2,00	0,644	0,23	0,08	<u>0.94</u> 0,50	14	3	14	<u>16</u> (0.16)	<u>15</u> (0.15)	<u>15</u> (0.15)	<u>5</u> 50	-	0.05*	ρ, W, e, C, φ, E – лаб. данные; Ro- таб. СП 35.13330.2011
16	Суглинки легкие пылеватые полутвердые (по Сб - полутвердые) с гравием и галькой 10-15%	g III	2,18	2,13	2,15	0,435	0,16	0,09	<u>0.12</u> -0.07	26	23	26	<u>47</u> (0.47)	<u>31</u> (0.31)	<u>47</u> (0.47)	<u>50</u> 500	<u>300</u> 30	0.05*	ρ, W, e - лаб. данные; C, φ, E – табл. Б.3. прилож. Б, СП 22.13330.2011; Ro- таб. СП 35.13330.2011
16а1	Пески пылеватые неоднородные средней плотности влажные и насыщенные водой	g III	<u>1.80</u> 1.99	<u>1.78</u> 1.97	<u>1.80</u> 1.99	0.661	<u>Влаж</u> Нас.в одой	-	-	29	26	29	<u>4</u> (0.04)	<u>3</u> (0.03)	<u>4</u> (0.04)	<u>17</u> 171	<u>Вл.147/</u> (15) <u>Н.в.98/</u> (10)	0.47	ρ, W, e – расчет.данные; c, φ, E – прил. Б табл. Б.1 СП 22.13330.2011, Ro- СП 35.13330.2011

Нормативные и расчетные физико-механические характеристики грунтов оснований																			
№ ИГЭ	Наименование грунтов	Геологический индекс	Плотность грунта, г/см <sup>3</sup>			Коэффициент пористости	Естественная влажность, доли ед.	Число пластичности	Показатель текучести	Прочностные характеристики			Модуль деформации $\frac{\text{МПа}}{\text{кгс/см}^2}$	Условное сопротивление $\frac{\text{кПа}}{\text{тс/м}^2}$	Коэффициент фильтрации, м/сут	Методы определения расчетных характеристик			
										угол внутреннего трения $\varphi$ , [ °]							Удельное сцепление, $\frac{\text{кПа}}{\text{кг/см}^2}$		
			$\rho_n$	$\rho_I$	$\rho_{II}$	e	We	Ip	$\frac{I_L}{C_B}$				$\varphi_n$	$\varphi_I$	$\varphi_{II}$				
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
166	Суглинки легкие пылеватые твердые (по Сб – твердые)	g III	2,19	2,16	2,17	0,413	0,15	0,10	$\frac{-0,12}{-0,26}$	26	23	26	$\frac{47}{(0,47)}$	$\frac{31}{(0,31)}$	$\frac{47}{(0,47)}$	$\frac{50}{500}$	$\frac{392}{39}$	0,05*	$\rho, W, e$ - лаб. данные; $C, \varphi, E$ – табл. Б.2, Б.3. прилож. Б, СП 22.13330.2011; Ro- таб. СП 35.13330.2011
16в1	Пески мелкие средней плотности влажные и насыщенные водой	g III	$\frac{1.83}{2.02}$	$\frac{1.81}{2.00}$	$\frac{1.82}{2.01}$	0.612	$\frac{\text{Влаж}}{\text{Нас.}} \frac{\text{Вод}}$	-	-	33	30	33	$\frac{3}{(0.03)}$	$\frac{2}{(0.02)}$	$\frac{3}{(0.03)}$	$\frac{32}{318}$	$\frac{147}{(15)}$	1,64	$\rho, W, e$ – расчет.данные; $c, \varphi, E$ – прил. Б табл. Б.1 СП 22.13330.2011, Ro- СП 35.13330.2011
Среднечетвертичные отложения -Пms																			
Озерно-ледниковые отложения - lgПms																			
16-9a	Суглинки тяжелые коричневые пылеватые мягкопластичные (по Сб - тугопластичные)	lgIIms	2,03	2,00	2,01	0,667	0,24	0,15	$\frac{0,65}{0,35}$	15	14	15	$\frac{16}{(0,16)}$	$\frac{14}{(0,14)}$	$\frac{15}{(0,15)}$	$\frac{7}{70}$	-	0,05*	$\rho, W, e$ – расчет.данные; $c, \varphi, E$ – прил. Б табл. Б.1 СП 22.13330.2011, Ro- СП 35.13330.2011
16-10	Пески пылеватые средней плотности влажные и насыщенные водой	lgIIms	$\frac{1.83}{2.02}$	$\frac{1.81}{2.00}$	$\frac{1.82}{2.01}$	0.620	$\frac{\text{Влаж}}{\text{Нас.}} \frac{\text{Вод}}$	-	-	31	28	31	$\frac{5}{(0.05)}$	$\frac{3}{(0.03)}$	$\frac{5}{(0.05)}$	$\frac{21}{205}$	$\frac{\text{Вл.147/}}{(15)} \frac{\text{Н.в.98/}}{(10)}$	1,12	$\rho, W, e$ – расчет.данные; $c, \varphi, E$ – прил. Б табл. Б.1 СП 22.13330.2011, Ro- СП 35.13330.2011

Примечание:

1. Доверительная вероятность α = 0.98 для расчетов по несущей способности; α= 0.90 для расчетов по деформациям;

2. Для ИГЭ, по которым нормативные значения прочностных характеристик принимались по таблицам СП 22.13330.2011, расчетные значения приняты с учетом п. 5.3.18 СП 22.13330.2011

3.\*K<sub>ф</sub> - приведен по «Справочник строителя». М. «Стройиздат». 1983 г.

4. Условное сопротивление принято по таблицам СП 35.13330.2011 г.

5. В графе 18 - условное сопротивление (Ro) прочерк (-) обозначает – не регламентируется

## 2.5 Специфические грунты

На участках трассы развиты специфические грунты, представленные современными биогенными и техногенными отложениями. Техногенные грунты весьма неоднородны, содержание различных органических и неорганических материалов ухудшает их механические свойства, такие грунты обладают свойством неравномерной сжимаемости, что нередко приводит к неравномерным осадкам. Органо-минеральные грунты, согласно СП 22.13330.2011, обладают большой изменчивостью и анизотропией деформационных, прочностных и фильтрационных характеристик и сжимаемостью. Для большинства из них характерна высокая влагоемкость и влажность в естественном состоянии (обычно в пределах 150-3000 %). Кроме того, подземные воды органо-минеральных грунтов, как правило, агрессивны к конструкционным материалам сооружений.

Часть отложений, выявленных в разрезе участка строительства, обладают тиксотропными свойствами. При воздействии динамических нагрузок способны терять связность и переходить в текучее состояние, и затем, после их прекращения, принимать исходные свойства. По действующим нормативным документам грунты, обладающие данным свойством, не относятся к специфическим, но при возведении сооружения необходимо учесть при выборе способа устройства фундамента.

Озерно-ледниковые супеси текучие (ИГЭ-6), супеси пластичные (ИГЭ-7) являются тиксотропными грунтами, о чем свидетельствует разница в наименовании консистенции по визуальному описанию, показателю «Св» и показателю текучести «IL».

В условиях естественного сложения супеси по показателю текучести «Св» характеризуются мягко- и тугопластичной консистенцией, по показателю текучести «IL» - текучей, мягко- и тугопластичной консистенцией. Значительное смещение в наименовании консистенции объясняется тем, что при нарушении естественного сложения эти грунты теряют присущую им структурную связность и переходят в более подвижное текучее состояние.

Техногенные отложения (tIV) вскрыты локально, представлены суглинками мягкопластичными, мощностью 0,3 м (с-1202-1).

Биогенные (болотные) отложения (bIV) имеют широкое распространение по трассе, вскрыты в пределах болот, и представлены:

- **ИГЭ-16** - среднезаторфованные грунты, обводненные, коричневые, локально распространенные, вскрыты с абс. отм. 159,76 – 165,49 м, мощностью от 0,2 до 0,7 м. Встречены по трассе в скважинах с-1153, с-1190.



- **ИГЭ-2-1** - торфа среднеразложившиеся, маловлажные, обводненные, светло-коричневые, коричневые, вскрыты с глубин 0,0 — 2,1 м (абс. отметки 157,87 - 166,79), мощностью от 0,3 до 2,2 м.
- **ИГЭ-2-2** - торфа среднеразложившиеся, средней влажности, обводненные, коричневые, распространенные с глубин 0,0 - 1,8 м (абс. отметки 158,53 - 166,54), мощностью от 1,0 до 3,5 м.
- **ИГЭ 2-3** - торфа среднеразложившиеся, очень влажные, распространены с глубин 0,0 - 1,7 м (абс. отм 158,36 - 160,09), мощностью от 1,1 до 2,0 м.
- **ИГЭ-2-4** - торфа среднеразложившиеся, избыточной влажности, локально распространенные с глубины 0,0 м (абс. отметки 159,95 - 160,12), мощностью 0,5 - 1,2 м.
- **ИГЭ-2а-1** - торфа слабонеразложившиеся маловлажные, локально распространенные с поверхности (абс. отметки 159,92 - 160,01), мощностью 1,5 - 2,3 м.
- **ИГЭ-2а-2** - торфа слабонеразложившиеся средневлажные, вскрыты с поверхности (абс. отметки 159,92 - 165,50), мощностью 0,3 - 1,8 м.
- **ИГЭ2а-3** - торфа слабонеразложившиеся очень влажные, локально распространенные с поверхности (абс. отметки 160,08 - 160,54), мощностью 0,3 - 1,8 м.
- **ИГЭ-2б-1** - торфа сильноразложившиеся, маловлажные, вскрыты с глубин 0.0 – 3.0 м (абс. отм. 158,02 - 168,31), мощность слоя изменяется от 1,2 до 3,3 м.
- **ИГЭ-2б-2** - торфа сильноразложившиеся, средневлажные, вскрыты с глубин 0,7 - 2,5 м (абс. отм. 157,41 - 159,38 м), мощность слоя варьирует от 0,4 до 3,1 м.
- **ИГЭ2б-3** - торфа сильноразложившиеся, избыточной влажности, распространенные с поверхности (абс. отм. 159,96 - 160,22), мощность слоя варьирует от 1,3 до 1,7 м.
- **ИГЭ-2в** - сапропели маловлажные, вскрыты с глубин 2.2-5.2 м (абс. отм. 154,72 – 158,12), мощностью 0,4 – 3,6 м.
- **ИГЭ-2в-1** - сапропели средневлажные, вскрыты с глубин 2,6-4,21 м (абс. отм. 155,82 – 157,44), мощностью 0,5 – 4,7 м.

Общая мощность болотных отложений (bIV) варьирует от 0,3 до 6,0 м (Приложение 2). Наиболее широкое распространение болотные отложения имеют на участках трассы на ПК 4171+22 – 4179+51, ПК 4179+85 – 4182+40.

Результаты вращательного среза приведены в приложении 4.

## 2.6 Геологические и инженерно-геологические процессы

*Эрозионно-аккумулятивные процессы.*

В пределах территории прохождения трассы СПАД по Окуловскому району Новгородской области развиты все основные виды эрозии: эрозия почв, оврагообразование и процессы, связанные с деятельностью постоянных водотоков (ручьев и рек).

Эрозия почв - плоскостной или площадной смыв, образующийся при дождях и снеготаянии. Соответственно и развитие этого процесса зависит от интенсивности дождей и снеготаяния, а также от строения рельефа, свойств почв и характера растительного покрова.

Интенсивные ливни могут вызвать катастрофический смыв почвы на значительной площади за небольшой отрезок времени, но они сравнительно редки и непродолжительны. Формирование поверхностного стока при снеготаянии протекает менее интенсивно, чем при ливневых дождях, но растягивается на значительно больший срок. Кроме того, в период снеготаяния промерзшие почвы почти не допускают инфильтрации, и вся вода вовлекается в поверхностный сток. Оттаявший же и насыщенный водой поверхностный слой почвы особенно легко подвергается размыву.

Все это приводит к тому, что воздействие обоих агентов - дождевых и талых вод на почвенную эрозию - оказывается соизмеримым. В результате почвенная эрозия проявляется достаточно интенсивно.

Большое влияние на развитие эрозии почв оказывает строение, в первую очередь крутизна, и в меньшей мере длина склонов, определяющие скорость и живую силу формирующихся водных потоков. Почвенная эрозия развивается относительно более интенсивно на возвышенностях и менее интенсивно на низменностях. На развитие почвенной эрозии строение рельефа оказывает также и косвенное влияние, воздействуя на микроклимат, распределение зимних осадков, характер почвенного и растительного покрова.

#### *Заболачивание территории.*

В обширных понижениях рельефа, приуроченных к долинам рек или низменностям в зоне лесов, образуются торфяники. Заторфованность по трассе на участке ПК 4150+00 – 4199+50 достигает 20 – 25 %.

На участках болот были пройдены скважины по поперечникам через 50-100 м по оси трассы, с отступлением от оси трассы влево и вправо 40 м с целью определения уклона минерального дна.

Болота верховые, I, II и III типа, атмосферного и смешанного питания, с развитием торфов и сапропелей.

Границы распространения вышеперечисленных болот и мощность торфов по данным бурения приведены на карте фактического материала и в геолого-литологических колонках скважин, подробная характеристика болот и болотных отложений приведена в текстовом приложении 2.

#### *Подтопление.*

В соответствии с приложением И СП 11-105-97 часть II, отдельные участки исследуемой территории относятся к подтапливаемым участкам. Так как установившийся уровень подземных вод зафиксирован на глубинах 0,0-3,4 м (абс. отм. 158,67 – 187,22 м), а многолетняя амплитуда колебаний уровня подземных вод по данным режимных наблюдений составляет ~ 2,0 м, в периоды интенсивного снеготаяния и ливневых дождей в почвенно-растительном слое возможно возникновение вод типа «верховодка», в понижениях рельефа вероятно образование зеркала свободной воды.

Максимальные уровни подземных вод на данном участке трассы следует ожидать близкими к дневной поверхности земли.

#### *Морозное пучение грунтов*

Изменение термодинамического состояния грунтов в результате изменений теплообмена, выражающиеся в процессах промерзания – оттаивания, накопления и исчезновения льда в породах, изменении их состава и строения приводят также к изменениям объема мерзлых и талых пород. Эти изменения, как правило, неравномерны и служат причиной изменений напряжений и деформаций в породах. Примером такого процесса может послужить морозное пучение дисперсных грунтов при их промерзании. Пучение грунтов – это неравномерное увеличение их объема, происходящее за счет увеличения объема имевшейся в грунте воды при ее кристаллизации. Величины пучения и усадки пропорциональны глубине промерзания и протаивания. (Достовалов Б.Н., Кудрявцев В.А., 1967)

Нормативная глубина сезонного промерзания, рассчитанная по формуле в соответствии с п. 5.5.3, СП 22.13330.2011 «Основания зданий и сооружений» по данным м/ст. Окуловка составляет для:

- дресвяных и щебенистых грунтов – 1,94 м;
- насыпных грунтов, песков гравелистых, крупных и средней крупности -1,72 м;
- супесей, песков мелких и пылеватых – 1,61 м,
- суглинков и глин – 1,32 м

#### *Сейсмичность.*

Согласно картам общего сейсмического районирования ОСР-15 «Список населенных пунктов Российской Федерации, расположенных в сейсмических районах, с

указанием расчетной сейсмической интенсивности в баллах шкал МСК-64 для средних грунтовых условий и трех степеней сейсмической опасности – А (10%), В(5%) С(1%) в течение 50 лет», район Ленинградской и Новгородской областей по картам С(1%) оценивается в 6 баллов. Оценка сейсмичности приведена для средних грунтов для точечных объектов, то есть объектов, линейные размеры которых невелики (не более первых км). (СП 14.13330.2011 «Строительство в сейсмических районах»).

### **Глава 3. Основные принципы инженерно-геологического районирования**

Инженерно-геологическое районирование – выявление в пространстве объективно существующих территориальных элементов, обладающих какими-либо общими инженерно-геологическими признаками отграничения их от территорий, этими признаками не обладающих, на основе совокупности теоретических положений и методологических приемов. (Трофимов, 1979) Другими словами это последовательное деление территории на соподчинённые части (территориальные единицы), характеризующиеся всё более высокой степенью однородности по инженерно-геологическим условиям, в некоторых случаях с последующей классификацией выделенных единиц. (Сергеев Е. М., 1982)

«Наиболее полно принципы инженерно-геологического районирования были разработаны И. В. Поповым (1961), который предложил выделять в качестве самостоятельных таксономических единиц инженерно-геологические регионы, области, районы и подрайоны разного порядка». (Сергеев Е.М. Инженерная геология, изд. 2. М.: Изд-во МГУ, 1982, 248 с., с ил.)

Существуют различные типы районирования, основанные на разных исходных позициях и проводимые по разным классификационным признакам. Один из типов – генетико-морфологическое, или естественно - историческое, районирование, при котором по ряду признаков выделяют и характеризуют территориальные единицы разного порядка. Еще один тип районирования – оценочное. Оно предусматривает оценку сложности инженерно-геологических условий различных территориальных комплексов на основе использования качественных или количественных показателей. (Трофимов В. Т., Красилова Н. С., 2008)

Из схемы на рисунке 7 видно, что генетико-морфологическое районирование может быть трех видов: региональным (индивидуальным), типологическим и смешанным. Каждый из видов по своему содержанию может быть общим или специальным. Общее инженерно-геологическое районирование связано, как правило, с планированием и проектированием массовых видов строительства. При крупномасштабных исследованиях обычно переходят к специальному районированию, при котором учитывается специфика определенного вида строительства. (Трофимов В. Т., Красилова Н. С., 2008)

И. В. Поповым было предложено проводить выделение по следующим признакам: регионов – по геоструктурному признаку, районов – по геоморфологическому, подрайонов – по геологическому строению и участков – по другим признакам.

Инженерно-геологический регион - наиболее крупная таксономическая единица, выделяется по структурно-тектоническому признаку и подразделяется на провинции, обособляемые на основе учета характера пород (классов пород в соответствии с общей классификацией грунтов Е. М. Сергеева и др.), слагающих верхнюю часть разреза.



Рис. 7. Систематика типов инженерно-геологического районирования  
(по В. Т. Трофимову, 1979). (Трофимов В. Т., Красилова Н. С., 2008)

Провинции подразделяются на зоны и подзоны по характеру современного состояния пород, слагающих верхнюю часть разреза, при этом обязательно соблюдаются закономерности широтной изменчивости инженерно-геологических условий равнинных территорий (высотной изменчивости горно-складчатых областей). В пределах подзон выделяют области по характеру рельефа. Так как геоморфологические особенности территории являются результатом истории ее геологического развития главным образом в новейшее время, то можно сказать, что инженерно-геологические регионы — это территории, выделяемые по геоструктурным признакам в результате анализа истории геологического развития данной территории, а инженерно-геологические области — это

части регионов, имевшие различное развитие в новейшее время, что нашло отражение, в частности, в их геоморфологических особенностях. Примером инженерно-геологического региона может являться Русская платформа, на которой выделяются регионы второго порядка такие, как Балтийский щит, Московская синеклиза, Воронежская антеклиза, Причерноморская впадина, Предкарпатский прогиб и др. (Сергеев Е. М., 1982)

Типологическое районирование, которое по, И. С. Комарову, можно рассматривать как вторую стадию регионального инженерно-геологического районирования, может осуществляться на любом уровне: на уровне регионов, областей, районов, подрайонов, участков и т.д., но оно обязательно должно проводиться к какому-либо одному таксономическому уровню. Таким образом, на карте могут быть показаны либо типы регионов, либо типы областей, либо типы районов или других единиц.

Территориальные единицы, выделенные при типологическом районировании, могут существовать в виде разрозненных участков, расположенных в разных частях изучаемой территории, и пересекаться с территориальными единицами других типов. (Трофимов В. Т., Красилова Н. С., 2008)

*Оценочное инженерно-геологическое районирование* целесообразно подразделять на два вида: сравнительное (качественное и количественное) оценочное и геолого-экономическое (количественное) оценочное районирование, что видно из схемы на рис.3. Первый вид может широко применяться при всех видах инженерно-геологических исследований и составляться в разных масштабах. Второй вид оценочного районирования шире и используется обычно для крупномасштабных исследований, оно носит скорее специальный характер.

Оценочные карты базируются на картах генетико-морфологического инженерно-геологического районирования. С точки зрения построения оценочные карты близки к типологическим. Оценочное инженерно-геологическое районирование предусматривает оценку сложности инженерно-геологических условий территориальных таксономических единиц одного или разных уровней на основе использования различных качественных и количественных показателей. (Трофимов В. Т., Красилова Н. С., 2008)

Карты оценочного районирования могут быть как синтетическими, то есть отражать сложность условий исходя из комплекса признаков, либо аналитическими, где анализируется какой-то один фактор, например, пораженность геологическими процессами. В качестве классификационных признаков для сравнительного оценочного районирования обычно используют степень пригодности, степень благоприятности или необходимость инженерной подготовки территории и т.д.

Карты геолого-экономического инженерно-геологического районирования учитывают не только сложность инженерно-геологических условий, но и стоимость освоения территории в этих условиях применительно к различным типам инженерных сооружений. (Трофимов В. Т., Красилов Н. С., 2008).

Согласно действующим нормативным документам (ГОСТ 32868-2014) при выполнении инженерно-геологического районирования для выбора трассы автодороги проводится обоснование и характеристика выделенных на инженерно-геологической карте таксонов (районов, подрайонов, участков и т.д.); сопоставительная оценка вариантов трасс и площадок по степени благоприятности для строительного освоения с учетом прогноза изменения геологической среды в период строительства и эксплуатации объектов; согласно выделенным участкам даются рекомендации по инженерной защите, подготовке и возможному использованию местности.

На стадии проведения изысканий для проектирования автомобильной дороги на выбранном участке следует детализировать районирование территории, уточнить границы и характеристики таксономических единиц, дать рекомендации по размещению проектируемых трасс, дорожных сооружений и зданий, выбору типов фундаментов, инженерной подготовке и использованию местности, природопользованию и охране геологической среды.



## **Глава 4. Инженерно-геологическое районирование участка строительства скоростной автомобильной дороги Москва – Санкт-Петербург на участке км 415-км 420**

Целью инженерно-геологического районирования в работе является получение данных, необходимых для более точного обоснования и назначения конструкции и технологии сооружения земляного полотна, исходя из геологического строения, свойств грунтов и инженерно-геологических процессов, получивших развитие на данной территории.

Так, в ходе районирования устанавливаются границы участка со слабыми грунтами в пределах зоны расположения трассы, выявляется строение слабой толщи (ее стратиграфические особенности), в том числе наличие включений (валуны, пни и т.п.), а также характер подстилающих пород и рельеф их кровли. Далее устанавливаются физико-механические характеристики грунтов, слагающих слабую толщу, необходимые для определения их строительного типа, типа основания по устойчивости и расчета конструкции насыпи, выявляются особенности гидрогеологического режима толщи.

В результате обобщения всех данных изысканий составляется заключение о принципиальной возможности или невозможности (нецелесообразности) использования слабой толщи в качестве основания и указываются конструкции, которые могут рассматриваться в качестве конкурирующих вариантов при дальнейшей разработке проекта.

В соответствии с приложением СП 47.13330.2012, табл. А.1 категория сложности инженерно-геологических условий – III (сложная).

Отрицательными факторами являются:

- высокое положение уровня подземных вод;
- заболоченность территории с развитием торфов;
- развитие в разрезе грунтов различной степени сжимаемости;
- развитие в разрезе тиксотропных грунтов.

Согласно пособию по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах характер поведения слабого грунта в основании насыпи зависит также от условий залегания, которые характеризуются особенностями строения слабой толщи. При оценке данных особенностей следует учитывать:

- мощность слабой толщи, от которой может зависеть характер расчетного распределения по глубине напряжений от сооружения, конечная величина осадки и ее длительность, а также степень устойчивости основания;

- наличие и характер слоистости слабой толщи (наличие различных по физико-механическим свойствам слабых грунтов в пределах толщи, переслаивание с прочными грунтами, выдержанность отдельных слоев по мощности и т.п.);
- условия отжатия воды из толщи при ее уплотнении (условия дренирования толщи), от которых может зависеть длительность осадки и уплотнения.

По результатам анализа материалов проведенных изысканий на территории проектируемой скоростной автомагистрали, исходя из существующих инженерно-геологических условий (ИГУ), можно выделить участки трех основных типов грунтовых условий.

I тип определяется «простым» геологическим строением, преобладанием в геологическом разрезе отложений, имеющих достаточно высокие прочностные и деформационные параметры, относительно малой пораженностью геологическими процессами. Приводя описание геологического разреза, можно выделить современные аллювиальные отложения, а также отложения озерно-ледникового и ледникового генезиса, соответствующих двум стадиям оледенения. Пример геологического разреза, описывающего инженерно-геологические условия данного типа можно видеть в представленной колонке скважины (рис.8). Уровень подземных вод изменяется от 0,0 до 3,4 м.



Рис.8. Пример инженерно-геологических условий I типа.

II тип (рис.9) инженерно-геологических условий характеризуется наличием в составе геологического разреза маломощного слоя органо-минеральных отложений, отсутствием перекрывающих слабую толщу прочных грунтов. Данную модель можно назвать однослойной, так как толща сложена слабым грунтом одного подвида (торф различной степени разложения). Дренаживание толщи можно считать преимущественно односторонним, так как толщу слабых отложений подстилают недренирующие породы, представленные, как правило верхнечетвертичными озерно-ледниковыми и ледниковыми отложениями. Лишь на некоторых участках подстилающими являются песчаные грунты, и в таком случае дренаживание можно считать двусторонним. Для данных участков характерно широкое развитие процессов заболачивания, подтопления.



Рис.9. Пример инженерно-геологических условий II типа.

III тип (рис.10) – наличие в разрезе слоя органо-минеральных отложений мощностью свыше двух метров, в роли подстилающих грунтов для них также выступают преимущественно недренирующие отложения озерно-ледникового и ледникового генезиса. Модель многослойная, так как в слабой толще можно выделить как биогенные отложения, представленные торфами, так и органо-минеральные отложения – сапропели и илы. В роли подстилающих отложений выступают верхнечетвертичные озерно-ледниковые и ледниковые отложения. Для данных участков также характерно широкое развитие процессов заболачивания, подтопления.



Рис.10. Пример инженерно-геологических условий III типа.

По результатам инженерно-геологического районирования на карте фактического материала можно видеть, что участки развития толщи органо-минеральных отложений, являющихся проблематичными для проектирования трассы скоростной автомагистрали, распространены в пределах данной территории в большей степени в центральной части. Общая площадь, занимаемая участками со сложными грунтовыми условиями составляет порядка 50% территории. Протяженность участков, имеющих II тип инженерно-геологических условий, составляет 35-40 %. Участки с III типом грунтовых условий имеют протяженность по трассе около 10-15%.

В случае проектирования строительства сооружений в зоне распространения грунтовых условий I типа, когда рабочий слой слагают глинистые породы, при определении минимальной глубины заложения фундаментов или устройстве насыпи следует учитывать климатический фактор, глубину сезонного промерзания грунтов. Для отдельных ответственных зданий и сооружений наиболее рациональным бывает заглубление фундаментов до подстилающих очень плотных пород.

Органические, органо-минеральные грунты, как правило, не регламентируются при определении механических характеристик грунтов, они малопригодны для строительства на них инженерных сооружений и редко используются в качестве основания ввиду высокой пористости и влажности, малой прочности и большой сжимаемости с длительной

консолидацией при уплотнении. Они обладают анизотропией прочностных, деформационных и фильтрационных характеристик, склонностью к разжижению и тиксотропному разупрочнению при динамических воздействиях. При нарушении их естественного сложения, а также под воздействием динамических и статических нагрузок происходит существенное изменение деформационных, прочностных и фильтрационных свойств. В процессе высыхания (осушения) проявляются процессы усадки с образованием усадочных трещин.

Для органических и органо-минеральных грунтов также характерны процессы разложения растительных остатков в зоне аэрации, наличие природного газа (метана), повышенная агрессивность к бетонам и коррозионная активность к металлическим конструкциям.

Говоря о методике изысканий при исследовании участков развития слабых пород, следует отметить ряд особенностей.

Целью инженерно-геологических изысканий (ИГИ) в районах распространения слабых грунтов является:

- а) определение границ распространения слабых грунтов в пределах расположения возможных вариантов трассы;
- б) определение мощности и условий их залегания;
- в) изучение сложения, состава, состояния и свойств слабых грунтов, а также подстилающих и перекрывающих их образований;
- г) поиски и разведка грунтов для возведения насыпей.

В толще слабых глинистых грунтов и торфов закладываются буровые скважины и применяются геофизические методы разведки. Шурфы применяют лишь в отдельных случаях, в основном для отбора монолитов грунта.

Зондировочные скважины предназначены для определения мощности слабых грунтов, их расчленения на однородные по составу и свойствам слои (инженерно-геологические элементы), выявления водоносных горизонтов и характера поверхности пород, подстилающих слабые грунты, в том числе и уклонов минерального дна болот. При бурении этих скважин отмечается плотность грунтов, их влажность, а для торфов (дополнительно) степень разложения. Зондировочные скважины углубляются в грунты минерального дна болота или в подстилающие плотные грунты на 0,5 метра.

Для получения прочностных характеристик грунтов в условиях их естественного залегания выполняются полевые испытания торфов и слабых глинистых грунтов. Эти испытания не исключают лабораторных исследований, а дополняют их и сокращают.

Грунты слабой толщи испытывают на сдвиг в условиях естественного залегания с помощью приборов типа крыльчатки (метод вращательного среза), что дает возможность выделить однородные по прочности слои. Сопротивляемость сдвигу замеряется на характерных поперечниках не менее, чем по трем скважинам, на остальных поперечниках - по одной скважине. Замеры по глубине производят, как правило, через 0,5 метра слабой толщи, причем для каждого расчетного слоя на опорном поперечнике должно быть не менее шести определений сопротивления сдвигу.

Для назначения конструкции земляного полотна на участках развития слабых грунтов в результате инженерно-геологического обследования получают расчетные значения показателей механических свойств грунтов, характеризующих прочность (сопротивляемость сдвигу), деформативность (сжимаемость) и скорость уплотнения грунта во времени под статической нагрузкой. (Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах. М., 2004) Величины данных характеристик для грунтов, слагающих разрез участков II и III типа инженерно-геологических условий составляют:

прочность (показатель структурной прочности),  $P_{стр} - 1,29 - 7,38$ ;

удельное сцепление,  $C, \text{кПа} - 3,7 - 27,6 \text{ кПа}$ ;

деформативность (сжимаемость),  $E, \text{МПа} - 0,15 - 0,30 \text{ МПа}$ .

Согласно СП 11-105-97. Ч.3 органо-минеральные и органические грунты могут использоваться в качестве основания сооружений, как правило, только после инженерной подготовки.

Подготовка может осуществляться двумя способами:

1) предварительного осушения открытыми канавами или дренами, что позволяет за период 6—12 месяцев уплотнить основание на 20 — 25 % без изъятия слабых грунтов;

2) предварительного уплотнения грунтов временной или постоянной пригрузкой основания сооружения или всей площадки строительства насыпным (намывным) грунтом или другим материалом (с устройством фильтрующего слоя или дрена для ускорения процесса консолидации основания);

3) если мощность слабых пород, залегающих с поверхности, соизмерима с мощностью деятельного слоя, их прорезают и фундаменты располагают на подстилающих плотных или очень плотных породах;

4) Возможен вариант замены слабых пород в основании фундаментов песчаной, гравелистой, щебенистой или галечниковой подушкой, если их мощность несколько больше мощности деятельного слоя.

При выполнении лабораторных испытаний рекомендуется моделировать условия указанной инженерной подготовки.

При проектировании и определении устойчивости основания насыпи необходимо также учитывать степень опасности бокового выдавливания слабого грунта из-под подошвы.

«При проектировании насыпей с расчетной высотой до 3 м на торфяных болотах глубиной не более 6-8 м, когда расчетная нагрузка на основание насыпи не превышает  $0,55 \text{ кгс/см}^2$  при учете эффекта взвешивания и  $0,75 \text{ кгс/см}^2$  без учета взвешивания, оценку прочности слабых грунтов допускается вести укрупненно на основе их типизации по прочности. Следует различать три строительных типа болотных грунтов по прочности: I - грунты, которые обладают достаточной прочностью в природном состоянии и при передаче на них нагрузки от насыпи указанных выше параметров, могут только сжиматься независимо от скорости передачи нагрузки; II - грунты, не обладающие в природном состоянии достаточной прочностью, вследствие чего при быстрой передаче на них нагрузки от насыпи они выдавливаются, при медленной же передаче нагрузки они успевают уплотниться и упрочниться настолько, что не выдавливаются, а лишь сжимаются; III - грунты, которые при передаче на них указанной нагрузки в любом случае выдавливаются из-за недостаточной прочности в природном состоянии и недостаточной упрочняемости при уплотнении.» (Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах. М., 2004).

Согласно СП 34.13330.2012 Конструкцию земляного полотна на болотах назначают на основе технико-экономического сравнения вариантов, предусматривающих удаление болотных отложений или их использование в качестве основания насыпи с принятием в необходимых случаях специальных мер по обеспечению устойчивости, снижению и ускорению осадок и исключению недопустимых упругих колебаний.

В пределах рассматриваемого участка по результатам анализа инженерно-геологических условий и выполненного районирования можно сделать вывод о том, что:

1. Для I типа инженерно-геологических условий на участках индивидуального проектирования возможно применение любого типа фундамента, в том числе на естественном основании. При этом необходимо отметить высокий уровень грунтовых вод и необходимость понижение уровня подземных вод с помощью дренажа, если проектируемое дорожное полотно не предусматривает возведение насыпи.

2. Для II типа – необходимо использовать способы гидро-геомеханической мелиорации, традиционно именуемой как уплотнение и осушение грунтов. При проектировании необходимо предусматривать устройство дренажей, все методы

уплотнения грунтов, создание насыпей. При технико-экономическом обосновании рекомендуется произвести замену маломощного слоя торфа на дренирующие грунты. На участках индивидуального проектирования необходимо предусмотреть устройство фундаментов столбчатого типа до несущего слоя, либо свайных, возможно применение столбчатых и ленточных фундаментов на песчаной, гравийной, щебеночной подушке или на предварительно уплотненной подсыпке из местного материала при замене торфа.

3. Для территории III типа – необходимо предусматривать способы геотехнической мелиорации, или армирование грунтов. Армирование позволяет повысить прочность и несущую способность грунтовых масс. При устройстве насыпей на территории III типа назначают обосновываемые расчетами специальные мероприятия, обеспечивающие возможность использования заторфованных грунтов и торфов в основании (временную перегрузку, выполаживание откосов, устройство боковых призм, регуляцию режима отсыпки насыпи, устройство вертикального дренажа, грунтовых свай-дрен, свайного основания, устройство легких насыпей, армирование насыпей геосинтетическими материалами). При сооружении насыпи на болотных грунтах, без их удаления и замены, в целях уменьшения величины осадки и для эффективной стабилизации насыпи устраивают в основании насыпи платформу из армирующих геосинтетических материалов.

При использовании насыпей для III типа инженерно-геологических условий к насыпям предъявляются дополнительные требования:

- боковое выдавливание слабого грунта в основании насыпи в период эксплуатации должно быть исключено;
- интенсивная часть осадки основания должна завершиться до устройства покрытия;
- упругие колебания насыпей на торфяных основаниях при движении транспортных средств не должны превышать величины, допустимой для данного типа дорожной одежды

При проектировании насыпей необходимо предусматривать мероприятия, исключающие дальнейшее заболачивание, поэтому нижнюю часть насыпи необходимо выполнить из дренирующих грунтов и вдоль насыпи устроить продольные дренажные каналы.

На участках индивидуального проектирования необходимо использования свайных фундаментов, либо комбинированных свайно-плитных, использование фундаментов на естественном основании не допустимо.



Ниже представлены фотоматериалы, иллюстрирующие ход строительства скоростной автомагистрали на смежных участках, где наглядно изображены способы изменения качества участков трассы со сложными инженерно-геологическими условиями.



Рис. 11. Создание насыпи на слабых грунтах для достижения проектных отметок (на соседнем участке строительства автодороги) (май 2017 г, фото автора).



Рис. 12. Забивка свай для создания насыпи на участке III типа инженерно-геологических условий (на соседнем участке строительства автодороги) (май 2017 г, фото автора).



Рис. 13. Создание мостовых переходов на смежном участке. Буронабивные сваи под защитой шпунтового ограждения. (Май 2017 г, фото автора).



Рис. 14. Вид строящейся трассы на заболоченных участках.  
(<https://m.novgorod.ru/news>)

## **Заключение**

Научно-исследовательская работа обращена на изучение инженерно-геологических условий участка строительства скоростной автомобильной дороги М-11 «Москва – Санкт-Петербург», соединяющей два крупнейших мегаполиса страны с установлением границ зон развития слабых грунтов в пределах проектируемой трассы с последующим инженерно-геологическим районированием территории.

Представленный участок автомагистрали проходит по территории Окуловского района Новгородской области.

Выполнена оценка геологического и гидрогеологического строения Новгородской области. Дана оценка инженерно-геологических условий территории прохождения трассы.

Согласно полученным результатам инженерно-геологических изысканий подстилающими грунтами для земляного полотна насыпи и выемки являются дисперсные грунты всех видов, в том числе: суглинки и глины от твердой до текучей консистенции, пески разной зернистости, торф различной степени разложения. На участках трассы широкое развитие имеют специфические грунты, представленные в большей степени современными биогенными отложениями, обладающими целым рядом свойств, представляющих сложность при выборе способов устройства основания сооружений.

В работе приведены основные принципы инженерно-геологического районирования.

Выполнена типизация по инженерно-геологическим условиям участка проектируемой автодороги.

Дано описание основных выделенных зон, с рекомендациями по применению подходящих типов фундаментов на участках индивидуального проектирования. Даны рекомендации по устройству насыпей на слабых и специфических грунтах.



## Список литературы

### *Опубликованные:*

1. Вербицкий В. Р., Вербицкий И. В., Васильева О. В., Саванин В. В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия Центрально-Европейская. Листы О-35 – Псков, (N -35), О 36 – Санкт-Петербург. Объяснительная записка. СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2012, 510 с. + 18 вкл.
2. Геология СССР: в 48 т. Т. I. Ленинградская, Псковская и Новгородская области. Геологическое описание. Северо-Западное территориальное ГУ. Под ред. Сидоренко А. В. М.: Недра, 1971, 504 с.
3. Достовалов Б.Н., Кудрявцев В.А. Общее мерзлотоведение. М.: МГУ, 1967, 403с.
4. Сергеев Е.М. Инженерная геология, изд. 2. М.: Изд-во МГУ, 1982, 248 с., с ил.
5. Трофимов В.Т., Красилов Н.С. Инженерно-геологические карты: учебное пособие. М.: КДУ, 2011, 383 с., с ил.

### *Нормативные документы:*

6. ГОСТ 25100-2011 Грунты. Классификация
7. ГОСТ 12071-2000 Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов.
8. ГОСТ 30672-99 Грунты. Полевые испытания. Общие положения.
9. ГОСТ 32868-2014 Дороги автомобильные общего пользования. Требования к проведению инженерно-геологических изысканий.
10. ГОСТ 30416-96 Грунты. Методы лабораторного определения механических характеристик. Общие положения.
11. ГОСТ 5180-84 Грунты. Методы лабораторного определения физических характеристик.
12. ГОСТ 12248-96 Грунты. Методы лабораторного определения механических характеристик.
13. ГОСТ 9.602-2005 Общие требования к защите от коррозии.
14. ГОСТ 20.522-2012 Грунты. Методы статической обработки результатов испытаний.
15. ГЭСН-2001-01 Государственные элементные нормы на строительные работы. Сборник 1. Земляные работы. Определение грунтов по трудности разработки.
16. СП 11-105-97 Инженерно-геологические изыскания для строительства.
17. СП 14.13330.2011 Строительство в сейсмических районах.

18. СП 22.13330.2011 Основания зданий и сооружений.
19. СП 24.13330.2011 Свайные фундаменты.
20. СП 28.13330.2012 Защита строительных конструкций от коррозии.
21. СП 34.13330.2012 Автомобильные дороги.
22. СП 47.13330.2012 Инженерные изыскания для строительства. Основные положения.
23. СП 131.13330.2012 Строительная климатология
24. Пособие по проектированию земляного полотна автомобильных дорог на слабых грунтах. М, 2004.  
*Интернет-ресурсы:*
25. <https://www.russianhighways.ru> – Презентация проекта ГК «Автодор»  
«Строительство, содержание, ремонт, капитальный ремонт и эксплуатация на платной основе скоростной автомобильной дороги М-11 «Москва - Санкт-Петербург» на участке км 334 – км 543», август 2013
26. <http://www.geografia.ru/novgorodskaya>
27. <http://www.geokniga.org/maps>
28. <http://vsegei.com>

70

71

72



73

74

75

76

77

### Таблица состава и физических характеристик грунтов

## Приложение 1

[illegible]

79



Таблица состава и физических характеристик грунтов

Приложение 1

№ скв.	Интервал глубин отбора образцов, м	Естественная влажность, д.е.	Влажность на границе текучести, д.е.	Влажность на границе раскатывания, д.е.	Число пластинности, %	Показатель текучести	Консистенция	Потери при прокаливании, д.е.	Плотность, г/см3	Плотность скелета, г/см3	Плотность в расклом слож., г/см3	Плотность в плотном слож., г/см3	Плотность минеральной части, г/см	Коэффициент пористости	Коэф. пористости	Коэф. пористости	Степень влажности	Полная влагоемкость	Показатель консистенции (в ненатур. слож.)	Консистенция	Угол естественного откоса, град.	Коэффициент фильтрации Кф, м/сут	Стандартное уплотнение			Предел прочности при одноосном сжатии, σк, кг/см2	Степень разложения	Зольность	Зерновой состав. Содержание частиц (%) по фракциям (мм)											Номенклатура грунта связный - в соответствии с прил. В табл.В.2 СП 34_13330_2012, несвязный - с табл. Б.10 ГОСТ 25100-2011		
																							ρ ск max	W опт., %	Кф, м/сут				%	%	>10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01		0,01-0,005	< 0,005
1102	9,4-9,6	0,154	0,240	0,150	0,090	0,04	ПТ		2,19	1,90			2,72	0,433			0,967	0,159	-0,05	ПТ										1,0	2,6	3,6	4,0	6,9	15,5	15,8	13,9	16,5	20,2	Суглинок корич, легкий песчанистый,ПТВ		
1103	1,5	0,160	0,228	0,145	0,083	0,18	ПТ						2,69																0,8	1,1	2,0	3,3	8,2	11,2	14,1	23,3	10,3	25,7	Суглинок корич, легкий песчанистый,ПТВ			
1103	3,5	0,154	0,229	0,144	0,085	0,12	ПТ		2,18	1,89			2,70	0,429			0,969	0,159																					Суглинок корич, легкий песчанистый,ПТВ			
1103	4,8-5,0	0,135	0,207	0,117	0,090	0,20	ПТ		2,23	1,96			2,70	0,374			0,974	0,139	-0,17	ПТ									1,5	2,2	3,2	3,4	9,8	14,2	14,9	22,0	13,2	15,6	Суглинок корич, легкий песчанистый,ПТВ			
1105	5,6	0,145	0,236	0,136	0,100	0,09	ПТ						2,70														0,5	1,2	2,0	2,9	3,2	9,5	12,2	18,5	15,8	14,1	20,1	Суглинок корич, легкий песчанистый,ПТВ				
1105	7,6	0,150	0,227	0,141	0,086	0,10	ПТ						2,70																										Суглинок корич, легкий песчанистый,ПТВ			
1105	9,8-10,0	0,154	0,244	0,152	0,092	0,02	ПТ		2,18	1,89			2,70	0,429			0,969	0,159	0,01	ТП							1,0	1,2	1,8	3,2	5,4	8,8	13,5	11,9	22,2	12,2	18,8	Суглинок корич, легкий песчанистый,ПТВ				
1106	3,0-3,2	0,156	0,234	0,142	0,092	0,15	ПТ		2,16	1,87			2,70	0,445			0,947	0,165	-0,08	ПТ							0,5	1,4	1,9	2,2	6,0	10,2	14,5	15,9	16,5	14,1	16,8	Суглинок корич, легкий песчанистый,ПТВ				
1106	4,5-4,7	0,165	0,235	0,147	0,088	0,20	ПТ		2,14	1,84			2,70	0,470			0,948	0,174	0,01	ТП								0,5	1,1	2,5	3,4	10,1	15,5	9,8	21,5	15,1	20,5	Суглинок корич, легкий песчанистый,ПТВ				
1108	9,4-9,6	0,175	0,246	0,164	0,082	0,13	ПТ		2,11	1,80			2,70	0,504			0,938	0,187	-0,13	ПТ								1,1	1,2	3,2	8,8	9,8	12,1	12,3	22,5	12,2	16,8	Суглинок корич, легкий песчанистый,ПТВ				
1109	2,6	0,165	0,247	0,155	0,092	0,11	ПТ						2,70																										Суглинок корич, легкий песчанистый,ПТВ			
1109	4,5-4,7	0,175	0,243	0,163	0,080	0,15	ПТ		2,14	1,82			2,70	0,482			0,979	0,179	-0,12	ПТ									1,2	2,1	1,6	4,5	8,8	12,5	11,6	23,5	16,5	17,7	Суглинок корич, легкий пылеватый,ПТВ			
1154	1,7	0,155	0,230	0,145	0,085	0,12	ПТ						2,69															0,6	1,0	2,4	3,3	9,3	14,4	15,6	22,3	12,4	18,7	Суглинок корич, легкий песчанистый,ПТВ				
1165	0,9-1,1	0,170	0,253	0,158	0,095	0,13	ПТ		2,15	1,84			2,69	0,464			0,986	0,172	-0,07	ПТ								0,2	0,2	1,1	7,5	9,5	10,5	12,2	24,4	22,2	12,2	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ				
1165	2,3-2,5	0,165	0,249	0,161	0,088	0,05	ПТ		2,13	1,83			2,70	0,477			0,934	0,177	-0,08	ПТ										0,2	1,6	2,2	5,4	10,3	28,4	31,2	20,7	Суглинок корич, легкий пылеватый,ПТВ				
1170	2,0	0,155	0,240	0,152	0,088	0,03	ПТ						2,68																	0,2	1,2	2,4	8,5	12,5	17,7	26,2	12,3	19,0	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ			
1170	4,2-4,4	0,165	0,242	0,152	0,090	0,14	ПТ		2,14	1,84			2,70	0,470			0,948	0,174	0,03	ТП								0,4	1,0	2,5	6,6	10,1	13,0	15,1	17,9	18,8	14,6	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ				
1171	3,5	0,158	0,232	0,154	0,078	0,05	ПТ						2,70																										Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ			
1171	4,5-4,7	0,165	0,238	0,158	0,080	0,09	ПТ		2,15	1,85			2,70	0,463			0,962	0,171	-0,10	ПТ										1,5	2,4	4,3	6,7	14,0	27,2	15,8	12,5	15,6	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ			
1172	4,7-4,9	0,168	0,237	0,157	0,080	0,14	ПТ		2,14	1,83			2,70	0,474			0,958	0,175	-0,07	ПТ										1,6	3,5	2,0	5,8	14,2	24,3	16,5	13,2	18,9	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ			
1173	2,4-2,6	0,150	0,232	0,144	0,088	0,07	ПТ		2,20	1,91			2,70	0,411			0,985	0,152	0,00	ТП							0,5	0,8	2,0	2,0	7,5	13,0	14,0	15,7	12,5	16,5	15,5	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ				
1173	4,5-4,7	0,145	0,230	0,135	0,095	0,11	ПТ		2,21	1,93			2,70	0,399			0,982	0,148	0,05	ТП							0,5	0,6	1,5	3,5	6,5	8,8	15,7	11,4	14,5	14,5	22,5	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ				
1174	2,8-3,0	0,135	0,203	0,118	0,085	0,20	ПТ		2,22	1,96			2,70	0,380			0,958	0,141	-0,10	ПТ									1,2	2,0	3,2	6,8	9,0	10,3	13,0	20,5	14,5	19,5	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ			
1174	4,8-5,0	0,135	0,217	0,127	0,090	0,09	ПТ		2,22	1,96			2,70	0,380			0,958	0,141	-0,05	ПТ							0,5	1,1	1,1	1,1	4,6	5,9	15,1	17,5	19,5	16,8	16,8	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ				
1175	0,6	0,175	0,268	0,170	0,098	0,05	ПТ						2,71																		0,3	1,4	2,8	9,0	14,2	11,2	22,9	12,2	26,0	Суглинок корич, легкий пылеватый, ПТВ		
1175	2,7	0,185	0,266	0,171	0,095	0,15	ПТ						2,70																													



№ скв.	Интервал глубина отбора образцов, м	Зерновой состав. Содержание частиц (%) по фракциям (мм)																				Номенклатура грунта связный - в соответствии с прил. В табл.В.2 СП 34_13330_2012, несвязный - с табл. Б.10 ГОСТ 25100-2011																							
		Естественная влажность, д.е.							Влажность на границе текучести, д.е.							Плотность в раскл. слоёж., г/см3	Плотность в плотном слоёж., г/см3	Плотность минеральной части, г/см	Коэффициент пористости	Коэф. пористости	Коэф. пористости		Степень влажности	Полная влагосмкость	Показатель консистенции (в ненатур. слоёж.)	Консистенция	Угол естественного откоса, град.		Коэффициент фильтрации Кф, м/сут	Стандартное уплотнение			Предел прочности при одноосном сжатии, ат, кгс/см2	Степень разложения	Золыность										
		W ест.	WL	WP	IP	IL	IL	Потери при прокатывании, д.е.	ρ	ρ ск	ρ min	ρ max	ρ м	е	е min												е max	Sr		Sn	Св	Св				сухой	пол. водо	р ск max	W опт., %	Кф, м/сут	%	%	>10	10-5	5-2
1194	4,8-5,0	0,165	0,241	0,157	0,084	0,10	ПТ		2,15	1,85			2,70	0,463		0,962	0,171	-0,13	ПТ										1,5	0,3	1,5	1,2	3,6	8,4	15,5	16,3	20,1	15,8	15,8	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ					
1196	4,4-4,6	0,135	0,212	0,128	0,084	0,08	ПТ		2,22	1,96			2,70	0,380		0,958	0,141	-0,05	ПТ										0,6	0,2	0,5	1,3	5,5	12,5	12,5	9,8	21,4	14,9	20,8	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ					
1197	3,3-3,5	0,155	0,227	0,143	0,084	0,14	ПТ		2,17	1,88			2,69	0,432		0,966	0,161	-0,06	ПТ											0,3	1,0	1,5	3,2	5,6	9,2	15,2	27,4	15,2	21,4	Суглинок корич, легкий пылеватый, ПТВ					
1197	4,7-4,9	0,150	0,236	0,141	0,095	0,09	ПТ		2,20	1,91			2,70	0,411		0,985	0,152	-0,10	ПТ									0,2	0,5	1,1	1,7	2,5	5,9	6,9	21,4	20,1	14,2	25,5	Суглинок корич, легкий пылеватый, ПТВ						
1198	3,5-3,7	0,145	0,238	0,138	0,100	0,07	ПТ		2,21	1,93			2,70	0,399		0,982	0,148	-0,02	ПТ											0,7	0,9	2,2	5,0	6,5	9,9	17,2	19,6	16,5	21,5	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ					
1198	4,8-5,0	0,165	0,255	0,160	0,095	0,05	ПТ		2,15	1,85			2,70	0,463		0,962	0,171	-0,10	ПТ											0,3	1,1	1,6	3,6	4,8	8,8	27,1	20,1	12,5	20,1	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ					
1199	0,6	0,180	0,250	0,160	0,090	0,22	ПТ						2,70																										Суглинок корич, легкий пылеватый, ПТВ						
1199	2,4-2,6	0,175	0,260	0,170	0,090	0,06	ПТ		2,13	1,81			2,70	0,489		0,965	0,181	0,07	ТП										0,2	0,5	0,5	1,6	3,8	7,8	10,5	19,4	19,5	15,4	20,8	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ					
1199	4,6-4,8	0,185	0,270	0,170	0,100	0,15	ПТ		2,10	1,77			2,70	0,524		0,954	0,194	-0,12	ПТ										0,1	1,0	1,5	2,1	4,0	4,0	12,5	19,7	18,8	16,5	19,8	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ					
1200	2,5-2,7	0,145	0,227	0,142	0,085	0,04	ПТ		2,21	1,93			2,70	0,399		0,982	0,148	-0,10	ПТ												0,2	2,2	4,2	6,5	10,5	16,2	22,3	15,2	22,7	Суглинок корич, легкий пылеватый, ПТВ					
1200	4,4-4,6	0,158	0,248	0,153	0,095	0,05	ПТ		2,17	1,87			2,70	0,441		0,968	0,163	-0,19	ПТ									0,2	2,0	1,7	3,5	4,1	10,2	9,8	10,8	19,0	16,2	22,5	Суглинок корич, легкий пылеватый, ПТВ						
1201	0,6-0,8	0,175	0,245	0,160	0,085	0,18	ПТ		2,12	1,80			2,69	0,491		0,959	0,182	-0,07	ПТ									0,5	0,5	2,5	2,2	2,6	11,2	5,4	18,6	18,4	15,4	22,7	Суглинок корич, легкий пылеватый, ПТВ						
1201	2,7	0,170	0,240	0,153	0,087	0,20	ПТ						2,70																										Суглинок корич, легкий пылеватый, ПТВ						
1201	4,6-4,8	0,165	0,242	0,152	0,090	0,14	ПТ		2,18	1,87			2,72	0,454		0,989	0,167	-0,08	ПТ										0,1	1,0	2,2	1,5	3,5	12,5	11,1	17,5	17,8	12,9	19,9	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ					
1202	0,8-1,0	0,180	0,255	0,165	0,090	0,17	ПТ		2,10	1,78			2,69	0,512		0,947	0,190	-0,13	ПТ										0,1	1,6	1,5	2,1	2,5	14,1	10,8	11,0	18,9	13,9	23,5	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ					
1202	3,1	0,155	0,246	0,152	0,094	0,03	ПТ						2,70																										Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ						
1202	4,8-5,0	0,154	0,249	0,149	0,100	0,05	ПТ		2,18	1,89			2,71	0,435		0,960	0,160	-0,01	ПТ										0,7	1,1	1,8	1,9	2,2	12,5	12,1	13,5	16,9	14,8	22,5	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ					
1203	2,7-2,9	0,155	0,243	0,150	0,093	0,05	ПТ		2,16	1,87			2,70	0,444		0,943	0,164	0,07	ТП												0,4	1,8	2,2	12,0	12,8	15,0	18,2	14,8	22,8	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ					
1203	4,5-4,7	0,145	0,230	0,135	0,095	0,11	ПТ		2,19	1,91			2,70	0,412		0,951	0,152	0,11	ТП										0,5	0,6	2,0	2,1	6,2	9,3	15,5	17,6	17,8	12,5	15,9	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ					
1204	0,8	0,190	0,276	0,173	0,103	0,17	ПТ						2,68																										Суглинок корич, легкий пылеватый, ПТВ						
1206	4,7-4,9	0,154	0,236	0,136	0,100	0,18	ПТ		2,18	1,89			2,70	0,429		0,969	0,159	-0,19	ПТ										0,7	1,0	2,1	1,6	5,1	8,8	12,5	9,3	16,8	18,8	23,3	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ					
1207	3,2	0,150	0,213	0,130	0,083	0,24	ПТ						2,70																										Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ						
1207	4,8-5,0	0,165	0,233	0,153	0,080	0,15	ПТ		2,15	1,85			2,71	0,468		0,955	0,173	-0,17	ПТ												0,6	1,5	2,0	6,1	9,3	13,1	17,2	18,9	12,5	18,8	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ				
1208	3,5-3,7	0,150	0,225	0,140	0,085	0,12	ПТ		2,20	1,91			2,70	0,411		0,985	0,152	-0,05	ПТ												0,3	0,4	1,5	2,4	9,8	18,3	17,3	18,0	13,0	19,0	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ				
1208	4,8	0,125	0,193	0,118	0,075	0,09	ПТ						2,70																										Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ						
1216	4,8-5,0	0,150	0,224	0,144	0,080	0,08	ПТ		2,20	1,91			2,71	0,417		0,976	0,154	-0,01	ПТ										0,5	1,6	2,3	3,1	3,3	7,0	15,5	20,2	15,5	15,5	15,5	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ					
1217	3,0	0,155	0,233	0,147	0,086	0,09	ПТ						2,70																1,5	1,5	1,3	2,5	5,4	6,5	12,5	13,5	14,9	16,5	23,9	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ					
1217	4,7-4,9	0,145	0,217	0,132	0,085	0,15	ПТ		2,21	1,93			2,70	0,399		0,982	0,148	0,01	ТП											1,0	1,3	3,2	6,5	9,0	12,1	18,4	14,5	12,5	21,5	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ					
1229	2,9-3,1	0,130	0,200	0,120	0,080	0,13	ПТ		2,25	1,99			2,70	0,356		0,986	0,132	0,05	ТП										0,4	0,6	4,1	3,0	4,8	10,9	13,6	16,9	20,1	25,6	Суглинок корич, легкий пылеватый, ПТВ						
1231	0,9-1,1	0,160	0,224	0,140	0,084	0,24	ПТ		2,15	1,85			2,69	0,451		0,954	0,168	-0,13	ПТ				1,98	12,1	<0,01				0,5	1,0	2,4	2,8	4,6	21,8	17,0	19,6	10,3	20,0	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ						
1063-1	0,6	0,140	0,222	0,138	0,084	0,02	ПТ						2,69																		0,7	1,6	4,1	6,3	19,0	16,4	20,8	11,4	19,7	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ					
1063-1	1,5	0,130	0,203	0,125	0,078	0,06	ПТ						2,70																0,4	1,2	2,2	4,6	5,1	19,4	18,2	20,1	10,6	18,2	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ						
1063-1	3,4	0,145	0,217	0,137	0,080	0,10	ПТ						2,70																										Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ						
1063-1	5,5-5,7	0,155	0,215	0,140	0,075	0,20	ПТ		2,19	1,90			2,72	0,435		0,970	0,160	-0,13	ПТ																				Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ						
1063-1	7,8	0,155	0,230	0,142	0,088	0,15	ПТ						2,69																										Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ						
1063-2	2,9	0,139	0,207	0,127	0,080	0,15	ПТ						2,71																										Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ						
1063-2	4,2	0,145	0,205	0,128	0,077	0,22	ПТ						2,71																										Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ						
1063-2	6,3	0,145	0,208	0,129	0,079	0,20	ПТ						2,71																0,5	1,0	2,3	3,0	4,7	20,0	18,5	21,5	10,0	18,5	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ						
1063-2	8	0,145	0,212	0,130	0,082	0,18	ПТ						2,71																										Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ						
1100-1	3,1-3,3	0,145	0,210	0,128	0,082	0,21	ПТ		2,21	1,93			2,71	0,404		0,973	0,149	-0,19	ПТ										0,5	1,3	3,0	3,2	4,2	18,8	16,5	20,8	10,6	21,1	Суглинок корич, легкий песчанистый, ПТВ						
1100-1	5,2-5,4	0,142	0,217	0,129	0,088	0,15	ПТ		2,22	1,94			2,71	0,394		0,977	0,145	-0,17	ПТ								</																		

82

№ скв.	Интервал глубин отбора образцов, м																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
		Естественная влажность, д.е.	Влажность на границе текучести, д.е.	Влажность на границе раскатывания, д.е.	Число пластичности, д.	Показатель текучести	Консистенция	Потери при прокаливании, д.е.	Плотность, г/см3	Плотность скелета, г/см3	Плотность в разлом слоя, г/см3	Плотность в плотном слое, г/см3	Плотность минеральной части, г/см	Коэффициент пористости	Коэф. пористости	Коэф. пористости	Степень влажности	Полная влагоемкость	Показатель консистенции (в ненаруш. слое)	Консистенция	Угол естественного откоса, град	Коэффициент фильтрации Кф, м/сут	Стандартное уплотнение			Предел прочности при одностороннем сжатии, σR, кгс/см2	Степень разложения	Зольность	Зерновой состав. Содержание частиц (%) по фракциям (мм)																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
																							ρ ск max	W опт., %	Кф, м/сут				%	%	>10	10-5	5-2	2-1	1-0,5	0,5-0,25	0,25-0,1	0,1-0,05	0,05-0,01	0,01-0,005	< 0,005																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
1037	5,4	0.200											2,66											1,79	10,8	0,98																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	</

## Ведомость болот

Проектный километр	Протяжение по оси трассы			Глубина болот по оси, м		Влево по ходу		Вправо по ходу		Глубина появления воды, м	Характеристика слоев торфа и материка по оси		Характеристика болот (тип болота, рельеф), растительность, характер питания и пр.
	от ПК+	до ПК+	Длина по оси перехода	ПК+	Глубина до материка	расстояние от оси	Глубина до материка	расстояние от оси	Глубина до материка		Глубина от-до, м	Род торфа, степень его разложения, грунт минерального дна	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	4161+90	4163+07	117	4162+00	0,3					0,0	0.3-2.0	Торфы среднеразложившиеся, коричневые, с болотным запахом, обводненные с редкими растительными остатками	Болото ровное, кочковатое, верховое, , поросшее угнетенным густым смешанным лесом (береза, ель). Тип болота (прил. 5 СНиП 2.05.02-85) – II
				4162+50	0,6	19	0,8	19	0,8			Грунт минерального дна: суглинки текучепластичные (мощность 0,4 м), далее суглинки мягкопластичные и супеси пластичные	
				4163+00	2,0	40	0,0	40	1,5				
	4167+34	4168+04	70	4168+00	0,7	40	0,6	40	1,4	0,0	0.7	Торфы среднеразложившиеся, коричневые, с болотным запахом, обводненные с редкими растительными остатками	Заболоченность.
												Грунт минерального дна: суглинки мягкопластичные	
	4170+88	4171+04	16	4171+00	0,9	40	2,8	40	0,0	0,0	0,9-2.8	Торфы среднеразложившиеся, коричневые, с болотным запахом Грунт минерального дна: суглинки мягкопластичные	Тип болота (прил. 5 СНиП 2.05.02-85) – II
	4171+22	4179+51	829	4171+50	1,8	40	3,7	40	0,0	0,0	0,6-6,0	Торфы от слабо до сильноразложившихся, коричневые, с болотным запахом, обводненные с редкими растительными остатками; в некоторых местах под торфом вскрыт сапропель различной степени влажности  Грунт минерального дна: суглинки текучие, глубже вскрыты пески от пылеватых до мелких, насыщенные водой, суглинки мягкопластичные и супеси пластичные	Болото ровное, кочковатое, верховое, атмосферного питания, поросшее угнетенным густым смешанным лесом (береза, ольха, редко - сосна). Тип болота (прил. 5 СНиП 2.05.02-85) – II
				4172+00	2,7	40	3,6	40	0,3				
				4172+50	3,2	40	5,9	40	1,7				
				4173+00	3,3	40	7,3	40	3,8				
				4173+50	5,7	40	7,6	40	3,8				
				4174+00	5,9	40	7,5	40	3,8				
				4174+50	6,0	40	6,8	40	4,7				
				4175+00	5,9	40	5,9	40	3,9				
				4175+50	5,9	40	7,2	40	2,8				
				4176+00	5,8	40	5,2	40	2,6				
				4176+50	4,5	40	3,6	40	2,6				
				4177+00	2,7	40	2,2	40	2,0				
				4177+50	3,3	40	3,5	40	4,0				
				4178+00	4,0	40	5,5	40	2,8				
				4178+50	5,9	40	5,3	40	3,4				
4179+00	2,7	40	3,1	40	1,3								
4179+50	0,6	40	2,4	40	0,0								
	4179+85	4182+40	255	4180+00	1,6	40	2,6	40	2,9	0,0	0,0-5,7	Торфы от слабо до сильноразложившихся, коричневые, с болотным запахом, обводненные с редкими растительными остатками; в некоторых местах под торфом вскрыт сапропель различной степени влажности	Болото ровное, кочковатое Тип болота (прил. 5 СНиП 2.05.02-85) – III
				4180+50	4,0							Грунт минерального дна: суглинки текучие и текучепластичные, глубже вскрыты пески мелкие, насыщенные водой, суглинки мягкопластичные и супеси пластичные	
				4181+00	5,7	40	4,8	40	5,0				
				4181+50	5,2								
				4182+00	3,3	40	2,4	40	5,0				
				4182+50	0,0	40	1,6	40	3,1				
	4186+50	4186+50	0	4186+50	0,0	40	0,0	40	3,3	0,0	0,0	В скв в 40 м вправо от оси торфа коричневые, сильноразложившиеся, обводненные. Грунт минерального дна – суглинки мягкопластичные	Болото ровное, кочковатое Тип болота (прил. 5 СНиП 2.05.

	4188+20	4188+80	60	4188+40	0,7	40	0,0	40	0,0	0,0	0,7	Среднезаторфованный грунт (суглинок мягкопластичный)	02-85) – II
												Грунт минерального дна: суглинок тугопластичный	Заболоченность
	4190+00	4190+00	0	4190+00	0,0	40	1,9	40	0,0	0,0	0,0	В скв в 40м влево от оси торфы сильноразложившиеся, коричневые, обводненные, с болотным запахом; по оси и справа в 40м торфа нет	Болото ровное, кочковатое Тип болота (прил. 5 СНиП 2.05.02-85) – II
												Грунт минерального дна: суглинки от текучих до тугопластичных	
	4192+65	4192+65	0	4192+65	-	22	0,0	22	2,0	0,0	-	В скв в 22м вправо от оси торфы среднеразложившиеся, коричневые, обводненные, с болотным запахом, под торфом среднезаторфованный грунт; слева в 22м торфа нет	Болото ровное, , верховое, атмо-сферного питания смешанным лесом . Тип болота ( СНиП 2.05.02-85) – I
												Грунт минерального дна: суглинки мягкопластичные	
	4196+11	4196+44	33	4196+26	0,3					0,0	0,3	Торфы слаборазложившиеся, коричневые, обводненные	Заболоченность
												Грунт минерального дна: суглинки мягкопластичные	

Таблица результатов испытаний вращательным срезом (крыльчатка)

Постоянная измерительного устройства	n =	25,09	кН
Диаметр крыльчатки, см	d=	6	см
Высота крыльчатки, см	h=	12	см
Постоянная крыльчатки	B =	791,68	см <sup>3</sup>

номер точки испытаний	скважина	игз	глубина испытания	Показания измерительного устройства, см			Крутящие моменты, кгс·см			Удельное сопротивление срезу, кгс/см2		Удельное сцепление C, кгс/см²	Показатель структурной прочности Пстр	Структурная прочность грунта при срезе	
				Nmax	Nуст	N0	M max	M уст	Mo	τ max	τ уст				
ИГЗ 16															
19	1205	16	1,8	105	33	19	263,45	82,80	47,67	0,273	0,044	0,273	6,14	высокая	
ИГЗ 2-1															
11	1148	2-1	0,5	80	19	5	200,72	47,67	12,55	0,238	0,044	0,238	5,36	высокая	
11	1148	2-1	1,0	75	17	5	188,18	42,65	12,55	0,222	0,038	0,222	5,83	высокая	
11	1148	2-1	1,5	68	16	6	170,61	40,14	15,05	0,196	0,032	0,196	6,20	высокая	
11	1148	2-1	2,0	65	15	9	163,09	37,64	22,58	0,177	0,019	0,177	9,33	высокая	
16	1161	2-1	2,0	86	14	5	215,77	35,13	12,55	0,257	0,029	0,257	9,00	высокая	
16	1161	2-1	2,4	69	20	6	173,12	50,18	15,05	0,200	0,044	0,200	4,50	средняя	
17	1162	2-1	2,5	82	18	4	205,74	45,16	10,04	0,247	0,044	0,247	5,57	высокая	
17	1162	2-1	3,0	79	18	6	198,21	45,16	15,05	0,231	0,038	0,231	6,08	высокая	
19	1205	2-1	0,5	89	14	4	223,30	35,13	10,04	0,269	0,032	0,269	8,50	высокая	
19	1205	2-1	0,9	69	11	6	173,12	27,60	15,05	0,200	0,016	0,200	12,60	высокая	
19	1205	2-1	1,3	80	15	6	200,72	37,64	15,05	0,235	0,029	0,235	8,22	высокая	
Среднее τ, МПа												0,225	7,38	высокая	
Среднеквадратично												0,03			
												0,127			
ИГЗ 2-2															
1	1076	2-2	0,5	37	13	1	92,83	32,62	2,51	0,114	0,038	0,114	3,00	средняя	
1	1076	2-2	1,0	44	15	1	110,40	37,64	2,51	0,136	0,044	0,136	3,07	средняя	
1	1076	2-2	1,5	56	14	3	140,50	35,13	7,53	0,168	0,035	0,168	4,82	средняя	
2	1101	2-2	2,0	45	8	2	112,91	20,07	5,02	0,136	0,019	0,136	7,17	высокая	
2	1101	2-2	2,5	62	16	4	155,56	40,14	10,04	0,184	0,038	0,184	4,83	средняя	
4	1111	2-2	1,7	56	13	3	140,50	32,62	7,53	0,168	0,032	0,168	5,30	высокая	
4	1111	2-2	2,1	58	15	4	145,52	37,64	10,04	0,171	0,035	0,171	4,91	средняя	
4	1111	2-2	2,6	62	19	6	155,56	47,67	15,05	0,177	0,041	0,177	4,31	средняя	
9	1122	2-2	0,5	60	20	1	150,54	50,18	2,51	0,187	0,060	0,187	3,11	средняя	
9	1122	2-2	1,0	66	18	1	165,59	45,16	2,51	0,206	0,054	0,206	3,82	средняя	
9	1122	2-2	1,5	80	20	1	200,72	50,18	2,51	0,250	0,060	0,250	4,16	средняя	
10	1126	2-2	0,5	49	21	1	122,94	52,69	2,51	0,152	0,063	0,152	2,40	средняя	
10	1126	2-2	1,0	52	22	2	130,47	55,20	5,02	0,158	0,063	0,158	2,50	средняя	
10	1126	2-2	1,5	60	27	2	150,54	67,74	5,02	0,184	0,079	0,184	2,32	средняя	
10	1126	2-2	2,0	66	28	3	165,59	70,25	7,53	0,200	0,079	0,200	2,52	средняя	
13	1157-1	2-2	0,5	76	27	3	190,68	67,74	7,53	0,231	0,076	0,231	3,04	средняя	
13	1157-1	2-2	1,0	84	19	3	210,76	47,67	7,53	0,257	0,051	0,257	5,06	высокая	
13	1157-1	2-2	1,5	32	16	3	80,29	40,14	7,53	0,092	0,041	0,092	2,23	средняя	
13	1157-1	2-2	2,0	40	19	3	100,36	47,67	7,53	0,117	0,051	0,117	2,31	средняя	
13	1157-1	2-2	2,5	35	17	4	87,82	42,65	10,04	0,098	0,041	0,098	2,38	средняя	
13	1157-1	2-2	3,0	36	16	2	90,32	40,14	5,02	0,108	0,044	0,108	2,43	средняя	
13	1157-1	2-2	3,5	36	18	5	90,32	45,16	12,55	0,098	0,041	0,098	2,38	средняя	
Среднее τ, МПа												0,163	3,55	средняя	
Среднеквадратично												0,05			
												0,294			
ИГЗ 2-3															
12	1157	2-3	1,7	30	10	2	75,27	25,09	5,02	0,089	0,025	0,089	3,50	средняя	
12	1157	2-3	2,1	32	15	3	80,29	37,64	7,53	0,092	0,038	0,092	2,42	средняя	
12	1157	2-3	2,5	40	19	3	100,36	47,67	7,53	0,117	0,051	0,117	2,31	средняя	
12	1157	2-3	2,9	41	22	4	102,87	55,20	10,04	0,117	0,057	0,117	2,06	средняя	
14	1158	2-3	2,2	20	15	2	50,18	37,64	5,02	0,057	0,041	0,057	1,38	низкая	
14	1158	2-3	2,7	32	19	3	80,29	47,67	7,53	0,092	0,051	0,092	1,81	низкая	
14	1158	2-3	3,1	33	16	4	82,80	40,14	10,04	0,092	0,038	0,092	2,42	средняя	
Среднее τ, МПа												0,094	2,27	средняя	
Среднеквадратично												0,02			
												0,217			
ИГЗ 2-4															
6	1116	2-4	0,4	15	8	0	37,64	20,07	0,00	0,048	0,025	0,048	1,88	низкая	
6	1116	2-4	0,9	16	10	0	40,14	25,09	0,00	0,051	0,032	0,051	1,60	низкая	
6	1116	2-4	1,2	19	10	2	47,67	25,09	5,02	0,054	0,025	0,054	2,13	средняя	
7	1117	2-4	0,5	12	8	0	30,11	20,07	0,00	0,038	0,025	0,038	1,50	низкая	
7	1117	2-4	1,0	17	9	1	42,65	22,58	2,51	0,051	0,025	0,051	2,00	низкая	
8	1118	2-4	0,5	18	12	1	45,16	30,11	2,51	0,054	0,035	0,054	1,55	низкая	
Среднее τ, МПа												0,049	1,77	низкая	
Среднеквадратично												0,01			
												0,121			

Таблица результатов испытаний вращательным срезом (крыльчатка)

Постоянная измерительного устройства	n =	25,09	кН
Диаметр крыльчатки, см	d=	6	см
Высота крыльчатки, см	h=	12	см
Постоянная крыльчатки	B =	791,68	см <sup>3</sup>

номер точки испытаний	скважина	игз	глубина испытания	Показания измерительного устройства, см			Крутящие моменты, кгс·см			Удельное сопротивление срезу, кгс/см2		Удельное сцепление C, кгс/см²	Показатель структурной прочности Пстр	Структурная прочность грунта при срезе	
				Nmax	Nуст	NO	M max	M уст	Mo	τ max	τ уст				
ИГЗ 2а-1															
15	1160-1	2а-1	0,5	148	35	5	371,33	87,82	12,55	0,453	0,095	0,453	4,77	средняя	
15	1160-1	2а-1	0,6	89	20	5	223,30	50,18	12,55	0,266	0,048	0,266	5,60	высокая	
15	1160-1	2а-1	0,7	130	23	3	326,17	57,71	7,53	0,402	0,063	0,402	6,35	высокая	
15	1160-1	2а-1	1,0	90	18	3	225,81	45,16	7,53	0,276	0,048	0,276	5,80	высокая	
15	1160-1	2а-1	1,5	100	15	1	250,90	37,64	2,51	0,314	0,044	0,314	7,07	высокая	
15	1160-1	2а-1	2,0	48	22	3	120,43	55,20	7,53	0,143	0,060	0,143	2,37	средняя	
16	1161	2а-1	0,5	75	14		188,18	35,13	0,00	0,238	0,044	0,238	5,36	высокая	
16	1161	2а-1	1,0	85	16		213,27	40,14	0,00	0,269	0,051	0,269	5,31	высокая	
16	1161	2а-1	1,5	88	17		220,79	42,65	0,00	0,279	0,054	0,279	5,18	высокая	
17	1162	2а-1	0,5	59	16		148,03	40,14	0,00	0,187	0,051	0,187	3,69	средняя	
17	1162	2а-1	1,0	69	13		173,12	32,62	0,00	0,219	0,041	0,219	5,31	высокая	
17	1162	2а-1	1,5	78	15		195,70	37,64	0,00	0,247	0,048	0,247	5,20	высокая	
17	1162	2а-1	2,0	92	14		230,83	35,13	0,00	0,292	0,044	0,292	6,57	высокая	
Среднее τ, МПа												0,276	5,27	высокая	
Среднеквадратично												0,08			
												0,297			
ИГЗ 2а-2															
2	1101	2а-2	0,5	53	14	0	132,98	35,13	0,00	0,168	0,044	0,168	3,79	средняя	
2	1101	2а-2	0,9	69	20	0	173,12	50,18	0,00	0,219	0,063	0,219	3,45	средняя	
2	1101	2а-2	1,4	72	21	1	180,65	52,69	2,51	0,225	0,063	0,225	3,55	средняя	
2	1101	2а-2	1,8	70	30	1	175,63	75,27	2,51	0,219	0,092	0,219	2,38	средняя	
3	1102	2а-2	0,4	68	15	0	170,61	37,64	0,00	0,216	0,048	0,216	4,53	средняя	
3	1102	2а-2	0,9	69	21	0	173,12	52,69	0,00	0,219	0,067	0,219	3,29	средняя	
20	1219-1	2а-2	0,3	61	25	0	153,05	62,73	0,00	0,193	0,079	0,193	2,44	средняя	
Среднее τ, МПа												0,208	3,35	средняя	
Среднеквадратично												0,02			
												0,098			
ИГЗ 2а-3															
4	1111	2а-3	0,5	38	12	0	95,34	30,11	0,00	0,120	0,038	0,120	3,17	средняя	
4	1111	2а-3	1,0	41	16	0	102,87	40,14	0,00	0,130	0,051	0,130	2,56	средняя	
4	1111	2а-3	1,3	45	15	1	112,91	37,64	2,51	0,139	0,044	0,139	3,14	средняя	
5	1112	2а-3	0,4	35	10	0	87,82	25,09	0,00	0,111	0,032	0,111	3,50	средняя	
5	1112	2а-3	0,9	42	14	0	105,38	35,13	0,00	0,133	0,044	0,133	3,00	средняя	
5	1112	2а-3	1,3	47	20	1	117,92	50,18	2,51	0,146	0,060	0,146	2,42	средняя	
Среднее τ, МПа												0,130	2,97	средняя	
Среднеквадратично												0,01			
												0,098			
ИГЗ 2б-1															
11	1148	2б-1	2,4	47	25	3	117,92	62,73	7,53	0,139	0,070	0,139	2,00	низкая	
11	1148	2б-1	2,9	62	30	5	155,56	75,27	12,55	0,181	0,079	0,181	2,28	средняя	
11	1148	2б-1	3,4	59	33	4	148,03	82,80	10,04	0,174	0,092	0,174	1,90	низкая	
18	1182	2б-1	0,5	29	15	0	72,76	37,64	0,00	0,092	0,048	0,092	1,93	низкая	
18	1182	2б-1	1,0	35	12	0	87,82	30,11	0,00	0,111	0,038	0,111	2,92	средняя	
18	1182	2б-1	1,5	57	18	3	143,01	45,16	7,53	0,171	0,048	0,171	3,60	средняя	
18	1182	2б-1	2,0	55	19	6	138,00	47,67	15,05	0,155	0,041	0,155	3,77	средняя	
18	1182	2б-1	2,5	59	20	3	148,03	50,18	7,53	0,177	0,054	0,177	3,29	средняя	
18	1182	2б-1	3,0	65	22	9	163,09	55,20	22,58	0,177	0,041	0,177	4,31	средняя	
Среднее τ, МПа												0,153	2,89	средняя	
Среднеквадратично												0,03			
												0,212			

Таблица результатов испытаний вращательным срезом (крыльчатка)

Постоянная измерительного устройства  $n = 25,09$  кН  
 Диаметр крыльчатки, см  $d = 6$  см  
 Высота крыльчатки, см  $h = 12$  см  
 Постоянная крыльчатки  $B = 791,68$  см<sup>3</sup>

номер точки испытаний	скважина	игз	глубина испытания	Показания измерительного устройства, см			Крутящие моменты, кгс·см			Удельное сопротивление срезу, кгс/см <sup>2</sup>		Удельное сцепление C, кгс/см <sup>2</sup>	Показатель структурной прочности Пстр	Структурная прочность грунта при срезе
				Nmax	Nуст	N0	M max	M уст	Mo	τ max	τ уст			
ИГЭ 26-2														
5	1112	26-2	1,7	33	22	8	82,80	55,20	20,07	0,079	0,044	0,079	1,79	низкая
6	1116	26-2	1,7	33	15	7	82,80	37,64	17,56	0,082	0,025	0,082	3,25	средняя
6	1116	26-2	2,1	33	21	10	82,80	52,69	25,09	0,073	0,035	0,073	2,09	средняя
6	1116	26-2	2,6	35	25	10	87,82	62,73	25,09	0,079	0,048	0,079	1,67	низкая
6	1116	26-2	2,9	34	25	12	85,31	62,73	30,11	0,070	0,041	0,070	1,69	низкая
6	1116	26-2	3,5	42	30	12	105,38	75,27	30,11	0,095	0,057	0,095	1,67	низкая
7	1117	26-2	1,4	29	14	8	72,76	35,13	20,07	0,067	0,019	0,067	3,50	средняя
7	1117	26-2	1,9	35	22	9	87,82	55,20	22,58	0,082	0,041	0,082	2,00	низкая
7	1117	26-2	2,3	31	21	9	77,78	52,69	22,58	0,070	0,038	0,070	1,83	низкая
7	1117	26-2	2,8	35	22	10	87,82	55,20	25,09	0,079	0,038	0,079	2,08	средняя
7	1117	26-2	3,3	36	25	9	90,32	62,73	22,58	0,086	0,051	0,086	1,69	низкая
7	1117	26-2	3,8	45	30	12	112,91	75,27	30,11	0,105	0,057	0,105	1,83	низкая
8	1118	26-2	1,0	29	17	6	72,76	42,65	15,05	0,073	0,035	0,073	2,09	средняя
8	1118	26-2	1,5	37	20	7	92,83	50,18	17,56	0,095	0,041	0,095	2,31	средняя
8	1118	26-2	2,0	35	20	8	87,82	50,18	20,07	0,086	0,038	0,086	2,25	средняя
8	1118	26-2	2,5	40	22	8	100,36	55,20	20,07	0,101	0,044	0,101	2,29	средняя
8	1118	26-2	3,0	41	25	9	102,87	62,73	22,58	0,101	0,051	0,101	2,00	низкая
8	1118	26-2	3,5	42	28	12	105,38	70,25	30,11	0,095	0,051	0,095	1,88	низкая
9	1122	26-2	2,0	44	22	9	110,40	55,20	22,58	0,111	0,041	0,111	2,69	средняя
9	1122	26-2	2,5	33	24	9	82,80	60,22	22,58	0,076	0,048	0,076	1,60	низкая
9	1122	26-2	2,9	35	25	10	87,82	62,73	25,09	0,079	0,048	0,079	1,67	низкая
9	1122	26-2	3,4	32	26	10	80,29	65,23	25,09	0,070	0,051	0,070	1,38	низкая
9	1122	26-2	3,9	41	29	10	102,87	72,76	25,09	0,098	0,060	0,098	1,63	низкая
10	1126	26-2	2,5	33	22	8	82,80	55,20	20,07	0,079	0,044	0,079	1,79	низкая
10	1126	26-2	3,0	37	23	9	92,83	57,71	22,58	0,089	0,044	0,089	2,00	низкая
10	1126	26-2	3,5	42	24	10	105,38	60,22	25,09	0,101	0,044	0,101	2,29	средняя
10	1126	26-2	4,0	37	25	12	92,83	62,73	30,11	0,079	0,041	0,079	1,92	низкая
15	1160-1	26-2	2,5	35	25	10	87,82	62,73	25,09	0,079	0,048	0,079	1,67	низкая
15	1160-1	26-2	3,0	35	24	10	87,82	60,22	25,09	0,079	0,044	0,079	1,79	низкая
15	1160-1	26-2	3,5	40	22	10	100,36	55,20	25,09	0,095	0,038	0,095	2,50	средняя
15	1160-1	26-2	4,0	42	20	8	105,38	50,18	20,07	0,108	0,038	0,108	2,83	средняя
Среднее τ, МПа												0,086	2,05	средняя
Среднеквадратично												0,01		
												0,145		
ИГЭ 26-3														
12	1157	26-3	0,5	12	9	0	30,11	22,58	0,00	0,038	0,029	0,038	1,33	низкая
12	1157	26-3	0,9	15	10	0	37,64	25,09	0,00	0,048	0,032	0,048	1,50	низкая
12	1157	26-3	1,3	15	11	1	37,64	27,60	2,51	0,044	0,032	0,044	1,40	низкая
14	1158	26-3	0,5	9	5	0	22,58	12,55	0,00	0,029	0,016	0,029	1,80	низкая
14	1158	26-3	0,9	10	6	0	25,09	15,05	0,00	0,032	0,019	0,032	1,67	низкая
14	1158	26-3	1,3	11	8	1	27,60	20,07	2,51	0,032	0,022	0,032	1,43	низкая
14	1158	26-3	1,7	13	7	2	32,62	17,56	5,02	0,035	0,016	0,035	2,20	средняя
Среднее τ, МПа												0,037	1,62	низкая
Среднеквадратично												0,01		
												0,192		
ИГЭ 2в														
4	1111	2в	3,1	33	18	8	82,80	45,16	20,07	0,079	0,032	0,079	2,50	средняя
6	1116	2в	3,9	31	20	9	77,78	50,18	22,58	0,070	0,035	0,070	2,00	низкая
6	1116	2в	4,4	40	21	10	100,36	52,69	25,09	0,095	0,035	0,095	2,73	средняя
6	1116	2в	4,9	32	22	11	80,29	55,20	27,60	0,067	0,035	0,067	1,91	низкая
6	1116	2в	5,4	33	24	10	82,80	60,22	25,09	0,073	0,044	0,073	1,64	низкая
6	1116	2в	5,8	35	24	12	87,82	60,22	30,11	0,073	0,038	0,073	1,92	низкая
6	1116	2в	6,2	29	20	12	72,76	50,18	30,11	0,054	0,025	0,054	2,13	средняя
6	1116	2в	6,6	33	22	14	82,80	55,20	35,13	0,060	0,025	0,060	2,38	средняя
6	1116	2в	7,0	49	24	15	122,94	60,22	37,64	0,108	0,029	0,108	3,78	средняя
6	1116	2в	7,5	45	22	15	112,91	55,20	37,64	0,095	0,022	0,095	4,29	средняя
7	1117	2в	4,2	36	23	10	90,32	57,71	25,09	0,082	0,041	0,082	2,00	низкая
7	1117	2в	4,7	35	25	12	87,82	62,73	30,11	0,073	0,041	0,073	1,77	низкая
7	1117	2в	5,2	42	27	14	105,38	67,74	35,13	0,089	0,041	0,089	2,15	средняя
7	1117	2в	5,7	44	28	14	110,40	70,25	35,13	0,095	0,044	0,095	2,14	средняя
9	1122	2в	5,2	30	25	15	75,27	62,73	37,64	0,048	0,032	0,048	1,50	низкая
9	1122	2в	5,6	32	22	16	80,29	55,20	40,14	0,051	0,019	0,051	2,67	средняя
9	1122	2в	6,0	34	22	18	85,31	55,20	45,16	0,051	0,013	0,051	4,00	средняя
9	1122	2в	6,4	35	26	16	87,82	65,23	40,14	0,060	0,032	0,060	1,90	низкая
9	1122	2в	4,8	33	24	16	82,80	60,22	40,14	0,054	0,025	0,054	2,13	средняя
10	1126	2в	5,3	35	26	14	87,82	65,23	35,13	0,067	0,038	0,067	1,75	низкая
10	1126	2в	5,8	40	27	15	100,36	67,74	37,64	0,079	0,038	0,079	2,08	средняя
15	1160-1	2в	5,5	26	25	15	65,23	62,73	37,64	0,035	0,032	0,035	1,10	низкая
15	1160-1	2в	5,7	24	18	15	60,22	45,16	37,64	0,029	0,010	0,029	3,00	средняя
Среднее τ, МПа												0,069	2,32	средняя
Среднеквадратично												0,02		
												0,292		





<b>Заключение:</b>		<b>СП 28.13330.2012, табл. В.3, В.4 и Г.2</b>		
<b>вода по отношению к бетону марки</b> <b>обладает следующими видами агрессивности:</b>		<i>W4</i>	<i>W6</i>	<i>W8</i>
1) по содержанию едких щелочей, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на ионы Na+K		<i>не агрессивная</i>	<i>не агрессивная</i>	<i>не агрессивная</i>
2) по водородному показателю		<i>не агрессивная</i>	<i>не агрессивная</i>	<i>не агрессивная</i>
3) по содержанию агрессивной углекислоты, мг/дм <sup>3</sup>		<i>среднеагрессивная</i>	<i>слабоагрессивная</i>	<i>не агрессивная</i>
4) по содержанию сульфатов, мг/дм <sup>3</sup>		<i>не агрессивная</i>	-	-
5) по содержанию магниезальных солей, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на ион Mg <sup>2+</sup>		<i>не агрессивная</i>	<i>не агрессивная</i>	<i>не агрессивная</i>
6) по содержанию аммонийных солей, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на ион NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		<i>не агрессивная</i>	<i>не агрессивная</i>	<i>не агрессивная</i>
<b>степень агрессивного воздействия на арматуру железобетонных конструкций при:</b>		<b><i>постоянном погружении</i></b>	<b><i>периодическом смачивании</i></b>	
по содержанию хлоридов, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на Cl <sup>-</sup>		<i>не агрессивная</i>	<i>не агрессивная</i>	
<b>Коррозионная агрессивность воды по ГОСТ 9.602-2005, таб.3 и 5</b>				
	pH	общая жесткость, мг.экв/дм <sup>3</sup>	органическое вещество (гумус), мг/дм <sup>3</sup>	нитрат-ион, мг/дм <sup>3</sup>
по отношению к свинцовой оболочке кабеля:	<i>низкая</i>	<i>средняя</i>	<i>средняя</i>	<i>низкая</i>
	pH	хлор-ион, мг/дм <sup>3</sup>	ион железа, мг/дм <sup>3</sup>	
по отношению к алюминиевой оболочке кабеля:	<i>низкая</i>	<i>средняя</i>	<i>средняя</i>	

Весы лабораторные электронные LEKI В 5002, № 12-13039, ППВ 19.04.2013, срок действия до 19.04.2014;  
Весы лабораторные электронные LEKI В 2104, № 11-02072, ППВ 19.04.2013, срок действия до 19.04.2014;  
Электропечь сопротивления низкотемпературная лабораторная SNOL 58/350, № 13399, аттестат № 435-3788-13, срок действия до 10.12.2015 г.  
Кондуктометр-солемер типа РWT HI 98308, № 8706, ППВ № 9846, 02.09.2013, срок действия до 02.09.2014;  
Спектрофотометр ПЗ-5300ВИ, № 53ВИ 846, ППВ 17.09.2013, срок действия до 17.09.2014;  
рН-метр-анализатор воды типа HI 83141, № 08692629, ППВ № 9836, 02.09.2013 г, срок действия до 02.09.2014;  
Барометр-анероид БАММ-1, № 593, ППВ 01.08.2013, срок действия до 01.08.2014;  
Термометр стеклянный лабораторный ТЛ-2 №2 (+100), № 536, ППВ 05.2013, срок действия до 01.05.2015;  
Гигрометр психометрический типа ВИТ-1. № 45, ППВ 02.2013, срок действия до 01.02.2015.

Протокол № 2 от 01.04.2014

Таблица показателей химического состава грунтовых вод

Заказчик:	ООО "Эльгран"			прозрачность:	очень мутная		
Номер заказа:				цвет:	темно-коричневый		
Наименование объекта:	"СПАД"			запах:	землистый		
№ скважины	1072			примечания:	$M_{0.30} \frac{HCO_3 T}{Ca 51 Mg 36}$		
глубина отбора	0,0 м						
дата поступления	28.03.2014						
Дата проведения анализа	31.03.2014						
химический состав:							
катионы	мг/дм³	мг-экв/дм³	% экв	анионы	мг/дм³	мг-экв/дм³	% экв
натрий +калий-ион	11,19	0,49	12	хлор-ион	17,02	0,48	12
кальций-ион	40,08	2,00	51	сульфат-ион	14,21	0,30	8
магний-ион	17,02	1,40	36	гидрокарбонат-ион	183,06	3,00	77
Железо общее	7,01			карбонат-ион	0,00	0,00	0
				нитрат-ион	7,21	0,12	3
аммоний-ион	0,14	0,01	0	нитрит-ион	0,08	0,00	0
сумма катионов	68,43	3,89	100,00	сумма анионов	221,58	3,89	100
сухой остаток мг/дм³	265,5			СО₂свободн. мг/дм³	10,56		
pH	7,0			СО₂агресс. мг/дм³	85,80		
окисляемость мг/дм³	60,00			жёсткость общая мг-экв/дм³	3,40		
гумус	38,71			жёсткость карб. мг-экв/дм³	3,00		
				минерализация мг/дм³	297,02		

Заключение:	СП 28.13330.2012, табл. В.3, В.4 и Г.2		
вода по отношению к бетону марки	W4	W6	W8
обладает следующими видами агрессивности:			
1) по содержанию едких щелочей, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на ионы Na+K	не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
2) по водородному показателю	не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
3) по содержанию агрессивной углекислоты, мг/дм <sup>3</sup>	среднеагрессивная	слабоагрессивная	не агрессивная
4) по содержанию сульфатов, мг/дм <sup>3</sup>	не агрессивная	-	-
5) по содержанию магниевых солей, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на ион Mg <sup>2+</sup>	не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
6) по содержанию аммонийных солей, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на ион NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
степень агрессивного воздействия на арматуру железобетонных конструкций при:	постоянном погружении	периодическом смачивании	
по содержанию хлоридов, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на Cl <sup>-</sup>	не агрессивная	не агрессивная	
Коррозионная агрессивность воды по ГОСТ 9.602-2005, таб.3 и 5			
	рН	общая жесткость, мг.экв/дм <sup>3</sup>	органическое вещество (гумус), мг/дм <sup>3</sup>
по отношению к свинцовой оболочке кабеля:	низкая	средняя	средняя
	рН	хлор-ион, мг/дм <sup>3</sup>	ион железа, мг/дм <sup>3</sup>
по отношению к алюминиевой оболочке кабеля:	низкая	средняя	средняя

## Средства измерений:

Весы лабораторные электронные LEKI В 5002, № 12-13039, ППВ 19.04.2013, срок действия до 19.04.2014;  
 Весы лабораторные электронные LEKI В 2104, № 11-02072, ППВ 19.04.2013, срок действия до 19.04.2014;  
 Электропечь сопротивления низкотемпературная лабораторная SNOL 58/350, № 13399, аттестат № 435-3788-13, срок действия до 10.12.2015 г  
 Кондуктометр-солемер типа PWT HI 98308, № 8706, ППВ № 9846, 02.09.2013, срок действия до 02.09.2014;  
 Спектрофотометр ПЭ-5300ВИ, № 53ВИ 846, ППВ 17.09.2013, срок действия до 17.09.2014;  
 рН-метр-анализатор воды типа HI 83141, № 08692629, ППВ № 9836, 02.09.2013 г, срок действия до 02.09.2014;  
 Барометр-анероид БАММ-1, № 593, ППВ 01.08.2013, срок действия до 01.08.2014;  
 Термометр стеклянный лабораторный ТЛ-2 №2 (0+100), № 536, ППВ 05.2013, срок действия до 01.05.2016;  
 Гигрометр психометрический типа ВИТ-1, № 45, ППВ 02.2013, срок действия до 01.02.2015.

Протокол № 3 от 02.04.2014

Таблица показателей химического состава грунтовых вод

Заказчик:	ООО "Эльгран"						
Номер заказа:				прозрачность:	маломутная		
Наименование объекта:	"СПАД"			цвет:	желтая		
				запах:	без запаха		
№ скважины	1103			примечания: $M_{015} \frac{HCO_3 \oplus SO_4}{(Na + K)SiCaAl} 21$			
глубина отбора	0,0 м						
дата поступления	28.03.2014						
Дата проведения анализа	01.04.2014						
химический состав:							
катионы	мг/дм <sup>3</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	% экв	анионы	мг/дм <sup>3</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	% экв
натрий +калий-ион	22,84	0,99	51	хлор-ион	5,67	0,16	8
кальций-ион	16,03	0,80	41	сульфат-ион	19,98	0,42	21
магний-ион	1,22	0,10	5	гидрокарбонат-ион	82,38	1,35	69
				карбонат-ион	0,00	0,00	0
Железо общее	4,59			нитрат-ион	1,13	0,02	1
аммоний-ион	0,93	0,05	3	нитрит-ион	0,01	0,00	0
сумма катионов	41,02	1,94	100,00	сумма анионов	109,17	1,94	100
сухой остаток мг/дм <sup>3</sup>	141,6			СО <sub>2</sub> свободн. мг/дм <sup>3</sup>	2,64		
рН	7,1			СО <sub>2</sub> агресс. мг/дм <sup>3</sup>	38,50		
окисляемость мг/дм <sup>3</sup>	28,00			жёсткость общая мг-экв/дм <sup>3</sup>	0,90		
гумус	18,06			жёсткость карб. мг-экв/дм <sup>3</sup>	0,90		
				минерализация мг/дм <sup>3</sup>	154,78		

Заключение:	СП 28.13330.2012, табл. В.3, В.4 и Г.2		
вода по отношению к бетону марки	W4	W6	W8
обладает следующими видами агрессивности:			
1) по содержанию едких щелочей, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на ионы Na+K	не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
2) по водородному показателю	не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
3) по содержанию агрессивной уголекислоты, мг/дм <sup>3</sup>	слабоагрессивная	не агрессивная	не агрессивная
4) по содержанию сульфатов, мг/дм <sup>3</sup>	не агрессивная	-	-
5) по содержанию магниевых солей, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на ион Mg <sup>2+</sup>	не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
6) по содержанию аммонийных солей, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на ион NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
степень агрессивного воздействия на арматуру железобетонных конструкций при:	постоянном погружении	периодическом смачивании	
по содержанию хлоридов, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на Cl <sup>-</sup>	не агрессивная	не агрессивная	
Коррозионная агрессивность воды по ГОСТ 9.602-2005, таб.3 и 5			
	рН	общая жесткость, мг.экв/дм <sup>3</sup>	органическое вещество (гумус), мг/дм <sup>3</sup>
по отношению к свинцовой оболочке кабеля:	низкая	высокая	низкая
	рН	хлор-ион, мг/дм <sup>3</sup>	ион железа, мг/дм <sup>3</sup>
по отношению к алюминиевой оболочке кабеля:	низкая	средняя	средняя

## Средства измерений:

Весы лабораторные электронные LEKI В 5002, № 12-13039, ППВ 19.04.2013, срок действия до 19.04.2014;  
 Весы лабораторные электронные LEKI В 2104, № 11-02072, ППВ 19.04.2013, срок действия до 19.04.2014;  
 Электропечь сопротивления низкотемпературная лабораторная SNOL 58/350, № 13399, аттестат № 435-3788-13, срок действия до 10.12.2015 г  
 Кондуктометр-солемер типа PWT HI 98308, № 8706, ППВ № 9846, 02.09.2013, срок действия до 02.09.2014;  
 Спектрофотометр ПЭ-5300ВИ, № 53ВИ 846, ППВ 17.09.2013, срок действия до 17.09.2014;  
 рН-метр-анализатор воды типа HI 83141, № 08692629, ППВ № 9836, 02.09.2013 г, срок действия до 02.09.2014;  
 Барометр-анероид БАММ-1, № 593, ППВ 01.08.2013, срок действия до 01.08.2014;  
 Термометр стеклянный лабораторный ТЛ-2 №2 (0+100), № 536, ППВ 05.2013, срок действия до 01.05.2016;  
 Гигрометр психометрический типа ВИТ-1, № 45, ППВ 02.2013, срок действия до 01.02.2015.

Протокол № 4 от 20.03.2014

Таблица показателей химического состава грунтовых вод

Заказчик: ООО "Эльгарн"

Номер заказа:

Наименование объекта: "СПАД"

№ скважины	1156			<div>примечания:</div> <div><math display="block">M_{0.38} \frac{HCO_3 87}{Ca 64 (Na + K) 32}</math></div>			
глубина отбора	-						
дата поступления	14.03.2014						
Дата проведения анализа	19.03.2014						
химический состав:							
катионы	мг/дм <sup>3</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	% экв	анионы	мг/дм <sup>3</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	% экв
натрий +калий-ион	34,46	1,50	32	хлор-ион	5,67	0,16	3
кальций-ион	60,12	3,00	64	сульфат-ион	19,98	0,42	9
магний-ион	1,22	0,10	2	гидрокарбонат-ион	250,18	4,10	87
				карбонат-ион	0,00	0,00	0
Железо общее	8,08			нитрат-ион	0,70	0,01	0
аммоний-ион	1,61	0,09	2	нитрит-ион	0,01	0,00	0
сумма катионов	97,41	4,69	100,00	сумма анионов	276,54	4,69	100
сухой остаток мг/дм <sup>3</sup>	292,9			СО <sub>2</sub> свободн. мг/дм <sup>3</sup>			7,48
рН	7,4			СО <sub>2</sub> агресс. мг/дм <sup>3</sup>			101,20
окисляемость мг/дм <sup>3</sup>	36,00			жёсткость общая мг-экв/дм <sup>3</sup>			3,10
гумус	23,23			жёсткость карб. мг-экв/дм <sup>3</sup>			3,10
				минерализация мг/дм <sup>3</sup>			382,03

Заключение:		СП 28.13330.2012, табл. В.3, В.4 и Г.2		
вода по отношению к бетону марки		W4	W6	W8
обладает следующими видами агрессивности:				
1) по содержанию едких щелочей, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на ионы Na+K		не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
2) по водородному показателю		не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
3) по содержанию агрессивной углекислоты, мг/дм <sup>3</sup>		среднеагрессивная	среднеагрессивная	слабоагрессивная
4) по содержанию сульфатов, мг/дм <sup>3</sup>		не агрессивная	-	-
5) по содержанию магниезальных солей, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на ион Mg <sup>2+</sup>		не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
6) по содержанию аммонийных солей, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на ион NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>		не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
степень агрессивного воздействия на арматуру железобетонных конструкций при:		постоянном погружении	периодическом смачивании	
по содержанию хлоридов, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на Cl <sup>-</sup>		не агрессивная	не агрессивная	
Коррозионная агрессивность воды по ГОСТ 9.602-2005, табл.3 и 5				
	pH	общая жесткость, мг.экв/дм <sup>3</sup>	органическое вещество (гумус), мг/дм <sup>3</sup>	нитрат-ион, мг/дм <sup>3</sup>
по отношению к свинцовой оболочке кабеля:	низкая	средняя	средняя	низкая
	pH	хлор-ион, мг/дм <sup>3</sup>	ион железа, мг/дм <sup>3</sup>	
по отношению к алюминиевой оболочке кабеля:	низкая	средняя	средняя	

**Средства измерений:**

Весы лабораторные электронные LEKI B 5002, № 12-13039, ППВ 19.04.2013, срок действия до 19.04.2014;  
 Весы лабораторные электронные LEKI B 2104, № 11-02072, ППВ 19.04.2013, срок действия до 19.04.2014;  
 Электропечь сопротивления низкотемпературная лабораторная SNOL 58/350, № 13399, аттестат № 435-3788-13, срок действия до 10.12.2015 г  
 Кондуктометр-солемер типа PWT HI 98308, № 8706, ППВ № 9846, 02.09.2013, срок действия до 02.09.2014;  
 Спектрофотометр ПЭ-5300ВИ, № 53ВИ 846, ППВ 17.09.2013, срок действия до 17.09.2014;  
 рН-метр-анализатор воды типа HI 83141, № 08692629, ППВ № 9836, 02.09.2013 г, срок действия до 02.09.2014;  
 Барометр-анероид БАММ-1, № 593, ППВ 01.08.2013, срок действия до 01.08.2014;  
 Термометр стеклянный лабораторный ТЛ-2 №2 (0+100), № 536, ППВ 05.2013, срок действия до 01.05.2016;  
 Гигрометр психометрический типа ВИТ-1, № 45, ППВ 02.2013, срок действия до 01.02.2015.

Протокол № 5 от 20.03.2014

Таблица показателей химического состава грунтовых вод

Заказчик: ООО "Эльгран"

Номер заказа:

Наименование объекта: "СПАД"

№ скважины	1232			примечания: $M_{0.98} \frac{HCO_3 94}{Ca 48 Mg 40}$			
глубина отбора	-						
дата поступления	14.03.2014						
Дата проведения анализа	19.03.2014						
химический состав:							
катионы	мг/дм <sup>3</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	% экв	анионы	мг/дм <sup>3</sup>	мг-экв/дм <sup>3</sup>	% экв
натрий +калий-ион	20,62	0,90	12	хлор-ион	3,55	0,10	1
кальций-ион	72,14	3,60	48	сульфат-ион	15,17	0,32	4
магний-ион	36,48	3,00	40	гидрокарбонат-ион	433,24	7,10	94
				карбонат-ион	0,00	0,00	0
Железо общее	0,27			нитрат-ион	0,55	0,01	0
аммоний-ион	0,52	0,03	0	нитрит-ион	0,01	0,00	0
сумма катионов	129,76	7,53	100,00	сумма анионов	452,52	7,53	100
сухой остаток мг/дм <sup>3</sup>		374,6		СО <sub>2</sub> свободн. мг/дм <sup>3</sup>		6,60	
pH		7,6		СО <sub>2</sub> агресс. мг/дм <sup>3</sup>		0,00	
окисляемость мг/дм <sup>3</sup>		8,64		жёсткость общая мг-экв/дм <sup>3</sup>		6,60	
гумус		5,57		жёсткость карб. мг-экв/дм <sup>3</sup>		6,60	
				минерализация мг/дм <sup>3</sup>		582,55	

Заключение:	СП 28.13330.2012, табл. В.3, В.4 и Г.2		
вода по отношению к бетону марки	W4	W6	W8
обладает следующими видами агрессивности:			
1) по содержанию едких щелочей, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на ионы Na+K	не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
2) по водородному показателю	не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
3) по содержанию агрессивной углекислоты, мг/дм <sup>3</sup>	не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
4) по содержанию сульфатов, мг/дм <sup>3</sup>	не агрессивная	-	-
5) по содержанию магниевых солей, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на ион Mg <sup>2+</sup>	не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
6) по содержанию аммонийных солей, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на ион NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	не агрессивная	не агрессивная	не агрессивная
степень агрессивного воздействия на арматуру железобетонных конструкций при:	постоянном погружении	периодическом смачивании	
по содержанию хлоридов, мг/дм <sup>3</sup> в пересчёте на Cl <sup>-</sup>	не агрессивная	не агрессивная	
Коррозионная агрессивность воды по ГОСТ 9.602-2005, таб.3 и 5			
	pH	общая жесткость, мг.экв/дм <sup>3</sup>	органическое вещество (гумус), мг/дм <sup>3</sup>
по отношению к свинцовой оболочке кабеля:	средняя	низкая	низкая
	pH	хлор-ион, мг/дм <sup>3</sup>	ион железа, мг/дм <sup>3</sup>
по отношению к алюминиевой оболочке кабеля:	средняя	низкая	низкая

## Средства измерений:

Весы лабораторные электронные LEKI В 5002, № 12-13039, ППВ 19.04.2013, срок действия до 19.04.2014;  
 Весы лабораторные электронные LEKI В 2104, № 11-02072, ППВ 19.04.2013, срок действия до 19.04.2014;  
 Электропечь сопротивления низкотемпературная лабораторная SNOL 58/350, № 13399, аттестат № 435-3788-13, срок действия до 10.12.2015 г  
 Кондуктометр-солемер типа РВТ HI 98308, № 8706, ППВ № 9846, 02.09.2013, срок действия до 02.09.2014;  
 Спектрофотометр ПЭ-5300ВИ, № 53ВИ 846, ППВ 17.09.2013, срок действия до 17.09.2014;  
 pH-метр-анализатор воды типа HI 83141, № 08692629, ППВ № 9836, 02.09.2013 г, срок действия до 02.09.2014;  
 Барометр-анероид БАММ-1, № 593, ППВ 01.08.2013, срок действия до 01.08.2014;  
 Термометр стеклянный лабораторный ТЛ-2 №2 (0+100), № 536, ППВ 05.2013, срок действия до 01.05.2016;  
 Гигрометр психометрический типа ВИТ-1, № 45, ППВ 02.2013, срок действия до 01.02.2015.

Геолого-литологические колонки скважин  
I тип инженерно-геологических условий

Масштаб 1 :100

Наименование :с-1027

Начата :26.03.14

Отметка устья :186.75 м

Окончена :26.03.14

Общая глубина :7.00 м

Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						появление воды	установ. уровень	
pIV	0.10	0.10	186.65		Почвенно-растительный слой с корнями деревьев и кустарников.		0.20 26.03.14	
gIII	1.30	1.40	185.35		Суглинок коричневый, легкий, пылеватый, тугопластичный, с прослоями суглинка мягкопластичного, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.	1.00 26.03.14		▲ 2
gIII	1.80	3.20	183.55		Суглинок коричневый, легкий, пылеватый, полутвердый, с прослоями суглинка тугопластичного, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			▲ 4
lgII	3.80	7.00	179.75		Суглинок серо-коричневый, серый, тяжелый, пылеватый, мягкопластичный, с частыми прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием до 5%.			■ 6

Инв. N погн.	Подпись и дата	Взам. инв. N

Геолого-литологические колонки скважин  
I тип инженерно-геологических условий

Масштаб 1 :100

Наименование :с-1038

Начата :24.03.14

Отметка устья :185.03 м

Окончена :24.03.14

Общая глубина :9.00 м

Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						появление воды	установ. уровень	
pIV	0.20	0.20	184.83		Почвенно-растительный слой с корнями деревьев и кустарников.	24.03.14	24.03.14	
qIII	1.80	2.00	183.03		Суглинок коричневый, легкий, пылеватый, мягкопластичный, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			2 ▲
qIII	2.40	4.40	180.63		Суглинок коричневый, легкий, пылеватый, тугопластичный, с прослоями суглинка полутвердого, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.	4.40	3.40 24.03.14	4 ■
lgII	1.60	6.00	179.03		Песок серо-коричневый, пылеватый, неоднородный, средней плотности, водонасыщенный, с частыми прослоями суглинка мягкопластичного, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5%.	24.03.14		6 ▲
lgII	3.00	9.00	176.03		Суглинок серо-коричневый, серый, легкий, пылеватый, мягкопластичный, с прослоями и гнездами песка мелкого, с прослоями суглинка текучепластичного, с гравием до 5%.			8 ■

Взам. инв.Н

Подпись и дата

Инв.Н подп.



Геолого-литологические колонки скважин  
I тип инженерно-геологических условий

Масштаб 1 :100

Наименование :с-1074

Начата :19.03.14

Отметка устья :166.69 м

Окончена :19.03.14

Общая глубина :5.00 м

Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						Содержание воды	Установившийся уровень	
pIV	0.20	0.20	166.49	12б	Почвенно-растительный слой с корнями деревьев и кустарников.	19.03.14	19.03.14	■
gIII	1.50	1.70	164.99	15	Супесь серо-коричневая, пылеватая, пластичная, с прослоями и гнездами песка мелкого, гравием и галькой до 5-10%.			2
gIII	1.20	2.90	163.79	16	Суглинок коричневый, легкий, пылеватый, тугопластичный, с прослоями суглинка мягкопластичного, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			▲
gIII	2.10	5.00	161.69		Суглинок коричневый, легкий, пылеватый, полутвердый, с прослоями суглинка тугопластичного, с прослоями и гнездами песка различной крупности, с гравием и галькой до 5-10%.			4

Взам. инв. N

Подпись и дата

Инв. N подп.

Геолого-литологические колонки скважин  
I тип инженерно-геологических условий

Масштаб 1 :100

Наименование :с-1212

Начата :2.03.14

Отметка устья :167.14 м

Окончена :2.03.14

Общая глубина :5.00 м

Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						Появление воды	Установившийся уровень	
pIV	0.30	0.30	166.84	0б	Почвенно-растительный слой с корнями деревьев и кустарников.	2.03.14	2.03.14	■
lgIII	0.70	1.00	166.14	4	Суглинок коричневый, тяжелый, пылеватый, мягкопластичный, с гнездами и прослоями песков водонасыщенных, с единичным гравием.			2 ■
lgIII	2.20	3.20	163.94	3	Песок коричневый, серо-коричневый, мелкий, неоднородный, средней плотности, водонасыщенный, с прослоями суглинка мягкопластичного, с включениями гравия			▲
gIII	0.60	3.80	163.34	14	и гальки до 5-10%.			▲
gIII	0.60	4.40	162.74	16в1	Суглинок коричневый, легкий, песчанистый, мягкопластичный, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			4 ▲
gIII	0.60	5.00	162.14	14	Песок коричневый, мелкий, неоднородный, средней плотности, водонасыщенный, с прослоями суглинка мягкопластичного, с гравием и галькой до 5-10%.			■
					Суглинок коричневый, легкий, песчанистый, мягкопластичный, с прослоями суглинка тугопластичного, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			

Взаим. инв. N

Подпись и дата

Инв. N погн.

Геолого-литологические колонки скважин  
I тип инженерно-геологических условий

Наименование :с-1218

Начата :2.03.14

Отметка устья :165.52 м

Окончена :2.03.14

Общая глубина :8.00 м

Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						Появление воды	Установившийся уровень	
аIV	5.50	5.50	160.02		Суглинок серый, темно-серый, легкий, пылеватый, текучий, с прослоями песка пылеватого, с гнездами и прослоями органики, с единичным гравием.	2.03.14	2.03.14	2 ■ 4 ■ 6 ▲ 8 ▲
lgIII	2.00	7.50	158.02		Песок серо-коричневый, пылеватый, неоднородный, средней плотности, водонасыщенный, с прослоями суглинка мягкопластичного, с включениями гравия и гальки до 5%.			
аIII	0.50	8.00	157.52		Суглинок коричневый, легкий, пылеватый, тугопластичный, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			

Инв.№ подп.	Подпись и дата	Взам. инв.№

Геолого-литологические колонки скважин  
II тип инженерно-геологических условий

Масштаб 1 :100

Наименование :с-1072

Начата :22.03.14

Отметка устья :166.52 м

Окончена :22.03.14

Общая глубина :8.00 м

Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						Появление воды	Установившийся уровень	
bIV	0.80	0.80	165.72		Торф коричневый, среднеразложившийся, маловлажный.	22.03.14	22.03.14	▲
gIII	1.90	2.70	163.82		Суглинок серо-коричневый, легкий, песчанистый, мягкопластичный, с прослоями суглинка тугопластичного, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			2 ▲
gIII	1.50	4.20	162.32		Суглинок коричневый, легкий, песчанистый, тугопластичный, с прослоями суглинка полутвердого, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			4 ■
gIII	3.80	8.00	158.52		Суглинок коричневый, легкий, пылеватый, полутвердый, с прослоями суглинка тугопластичного, с прослоями и гнездами песка различной крупности, с гравием и галькой до 5-10%.			6 ■

Инв. N погл.	Подпись и дата	Взаим. инв. N

Геолого-литологические колонки скважин  
II тип инженерно-геологических условий

Масштаб 1 :100

Наименование :с-1075

Начата :19.03.14

Отметка устья :166.53 м

Окончена :19.03.14

Общая глубина :5.90 м

Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						появление воды	установ. уровень	
bIV	2.00	2.00	164.53		Торф коричневый, среднеразложившийся, средней влажности.	19.03.14	19.03.14	▲
gIII	1.40	3.40	163.13		Супесь серо-коричневая, пылеватая, пластичная, с прослоями и гнездами песка мелкого, гравием и галькой до 5-10%.			■
gIII	2.50	5.90	160.63		Суглинок коричневый, легкий, пылеватый, полутвердый, с прослоями суглинка тугопластичного, с прослоями и гнездами песка различной крупности, с гравием и галькой до 5-10%.			■

Масштаб 1 :100

Наименование :с-1076

Начата :19.03.14

Отметка устья :166.54 м

Окончена :19.03.14

Общая глубина :5.00 м

Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						появление воды	установ. уровень	
bIV	1.50	1.50	165.04		Торф коричневый, среднеразложившийся, средней влажности.	19.03.14	19.03.14	■
gIII	3.50	5.00	161.54		Песок коричневый, мелкий, неоднородный, средней плотности, водонасыщенный, с прослоями супеси пластичной, с гравием и галькой до 5-10%.			▲

Взаим. инв. N

Подпись и дата

Инв. N погп.

Геолого-литологические колонки скважин  
II тип инженерно-геологических условий

Наименование :с-1105

Начата :15.03.14

Отметка устья :160.54 м

Окончена :15.03.14

Общая глубина :10.00 м

Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						пооявление воды	установ. уровень	
bIV	1.80	1.80	158.74		Торф коричневый, слаборазложившийся, очень влажный.	15.03.14	15.03.14	■
gIII	1.40	3.20	157.34		Суглинок коричневый, легкий, песчанистый, мягкопластичный, с прослоями суглинка тугопластичного, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			2 ▲
gIII	2.10	5.30	155.24		Суглинок коричневый, серо-коричневый, легкий, песчанистый, тугопластичный, с прослоями суглинка мягкопластичного, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			4 ▲
gIII	4.70	10.00	150.54		Суглинок коричневый, легкий, пылеватый, полутвердый, с прослоями суглинка тугопластичного, с прослоями и гнездами песка различной крупности, с гравием и галькой до 5-10%.			6 ▲ 8 ▲ ■

Инв. N погл.	Подпись и дата	Взаим. инв. N

Геолого-литологические колонки скважин  
II тип инженерно-геологических условий

Наименование :с-1151

Начата :10.03.14

Отметка устья :159.92 м

Окончена :10.03.14

Общая глубина :5.00 м

Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						появление воды	установ. уровень	
bIV	1.30	1.30	158.62		Торф коричневый, слаборазложившийся, средней влажности.	10.03.14	10.03.14	 2  4 
lgIII	1.10	2.40	157.52		Суглинок серый, тяжелый, пылеватый, текучий.			
qIII	2.60	5.00	154.92		Песок серый, мелкий, неоднородный, средней плотности, водонасыщенный, с прослоями суглинка тугопластичного, с гравием и галькой до 5-10%.			


Наименование :с-1164

Начата :9.03.14

Отметка устья :159.93 м

Окончена :9.03.14

Общая глубина :5.00 м

Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						появление воды	установ. уровень	
bIV	1.60	1.60	158.33		Торф коричневый, слаборазложившийся, маловлажный.	9.03.14	9.03.14	 2  4 
qIII	3.40	5.00	154.93		Суглинок коричневый, серо-коричневый, легкий, пылеватый, мягкопластичный, с прослоями игнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			

Взаим. инв. N

Подпись и дата

Инв. N погр.

Геолого-литологические колонки скважин  
II тип инженерно-геологических условий

Масштаб 1 :100

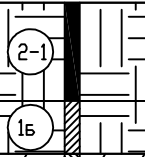

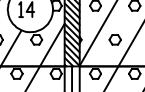
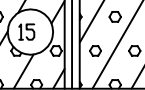
Наименование :с-1205

Начата :3.03.14

Отметка устья :166.79 м

Окончена :3.03.14

Общая глубина :5.00 м

Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						Появление воды	Установившийся уровень	
bIV	1.30	1.30	165.49		Торф коричневый, среднеразложившийся, маловлажный.	3.03.14	3.03.14	▲
bIV	0.70	2.00	164.79		Среднезаторфованный грунт.			■ 2
gIII	1.50	3.50	163.29		Суглинок серо-коричневый, легкий, песчанистый, мягкопластичный, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			■ 4
gIII	1.50	5.00	161.79		Суглинок коричневый, легкий, пылеватый, тугопластичный, с прослоями суглинка мягкопластичного, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			■

Масштаб 1 :100


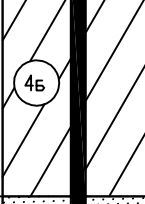
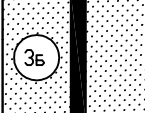
Наименование :с-1219-1

Начата :18.05.14

Отметка устья :165.50 м

Окончена :18.05.14

Общая глубина :5.00 м

Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						Появление воды	Установившийся уровень	
bIV	0.30	0.30	165.20		Торф коричневый, слабо разложившийся, средней влажности.	18.05.14	18.05.14	■
lgIII	3.00	3.30	162.20		Суглинок серо-коричневый, серый, легкий, пылеватый, текучий, с гнездами и прослоями песков пылеватых, с прослоями суглинка мягкопластичного, с единичным гравием и галькой.			■ 2
lgIII	1.70	5.00	160.50		Песок серый, пылеватый, неоднородный, средней плотности, водонасыщенный, с прослоями супеси пластичной, с единичными включениями гравия и гальки.			■ 4

Взаим. инв. N

Подпись и дата

Инв. N погр.



Геолого-литологические колонки скважин  
III тип инженерно-геологических условий


Наименование :с-1101

Начата :16.03.14

Отметка устья :160.33 м

Окончена :16.03.14

Общая глубина :5.00 м

Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						Содержание воды	Установ. уровень	
bIV	1.80	1.80	158.53		Торф коричневый, слаборазложившийся, средней влажности.	16.03.14	16.03.14	■
bIV	1.00	2.80	157.53		Торф коричневый, среднеразложившийся, средней влажности.			2 ▲
gIII	0.50	3.30	157.03		Песок серо-коричневый, серый, мелкий, неоднородный, средней плотности, водонасыщенный, с прослоями суглинка тугопластичного, с гравием и галькой до 5-10%.			4 ▲
gIII	0.70	4.00	156.33		Суглинок коричневый, легкий, пылеватый, мягкопластичный, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			
gIII	1.00	5.00	155.33		Суглинок коричневый, легкий, пылеватый, тугопластичный, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			▲

Инв.№ подп.	Подпись и дата	Взаим. инв.№

Геолого-литологические колонки скважин  
III тип инженерно-геологических условий

Масштаб 1 :100

Наименование :с-1117

Начата :14.03.14

Отметка устья :160.12 м

Окончена :14.03.14

Общая глубина :10.00 м

Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						Появление воды	Установившийся уровень	
bIV	1.00	1.00	159.12	2-4	Торф коричневый, среднеразложившийся, избыточной влажности.	14.03.14	14.03.14	▲
				2Б-2	Торф коричневый, сильноразложившийся, средней влажности.			2
bIV	3.00	4.00	156.12	2в	Сапропель серо-коричневый, маловлажный.			▲
				2в				4
bIV	1.70	5.70	154.42	4в	Суглинок серый, тяжелый, пылеватый, текучий, с прослоями песка.			6
lgIII	0.60	6.30	153.82	14	Суглинок серо-коричневый, серый, легкий, пылеватый, мягкопластичный, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			8
				14				▲
gIII	3.70	10.00	150.12					▲

Инв.№ подп.	Подпись и дата	Взам. инв.№

Геолого-литологические колонки скважин  
III тип инженерно-геологических условий

Масштаб 1 :100

Наименование :с-1119

Начата :14.03.14

Отметка устья :159.95 м

Окончена :14.03.14

Общая глубина :13.00 м

Инв.№ погн.	Подпись и дата	Взаим. инв.№	Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
									Появление воды	Установившийся уровень	
			bIV	0.50	0.50	159.45	(2-4)	Торф коричневый, среднеразложившийся, избыточной влажности.	14.03.14	14.03.14	■
			bIV	1.40	1.90	158.05	(2-2)	Торф коричневый, среднеразложившийся, средней влажности.			■
			bIV	0.90	2.80	157.15	(2б-в)	Торф коричневый, сильноразложившийся, средней влажности.			▲
							(2в-г)	Сапропель серо-коричневый, средневлажный.			■
			bIV	4.70	7.50	152.45	(4в)	Суглинок серый, тяжелый, пылеватый, текучий, с прослоями песка.			▲
			lgIII	3.50	11.00	148.95	(16в1)	Песок коричневый, мелкий, неоднородный, средней плотности, водонасыщенный, с прослоями суглинка тугопластичного, с гравием и галькой до 5-10%.			▲
			lgIII	1.00	12.00	147.95	(12б)	Супесь серо-коричневая, пылеватая, пластичная, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			■
			lgIII	1.00	13.00	146.95					

**A A**

**A A**

**A A**

**A A**

Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						Появление воды	Установившийся уровень	
						0.00	0.00	
бIV	2.10	2.10	157.97		Торф коричневый, среднеразложившийся, средней влажности.	11.03.14	11.03.14	2 ▲
бIV	0.90	3.00	157.07		Торф коричневый, сильноразложившийся, средней влажности.			▲
бIV	2.50	5.50	154.57		Сапропель серый, маловлажный, с прослоями песка.			4 ▲
гIII	2.50	8.00	152.07		Суглинок серый, тяжелый, пылеватый, текучий.			6 ■
бIII	2.00	10.00	150.07		Песок серый, мелкий, неоднородный, средней плотности, водонасыщенный, с прослоями суглинка тугопластичного, с гравием и галькой до 5-10%.			8 ▲

Инв. N подп.	Подпись и дата	Взаим. инв. N

Геолого-литологические колонки скважин  
III тип инженерно-геологических условий

Наименование :с-1160-1

Начата :18.05.14

Отметка устья :159.92 м

Окончена :18.05.14

Общая глубина :10.80 м

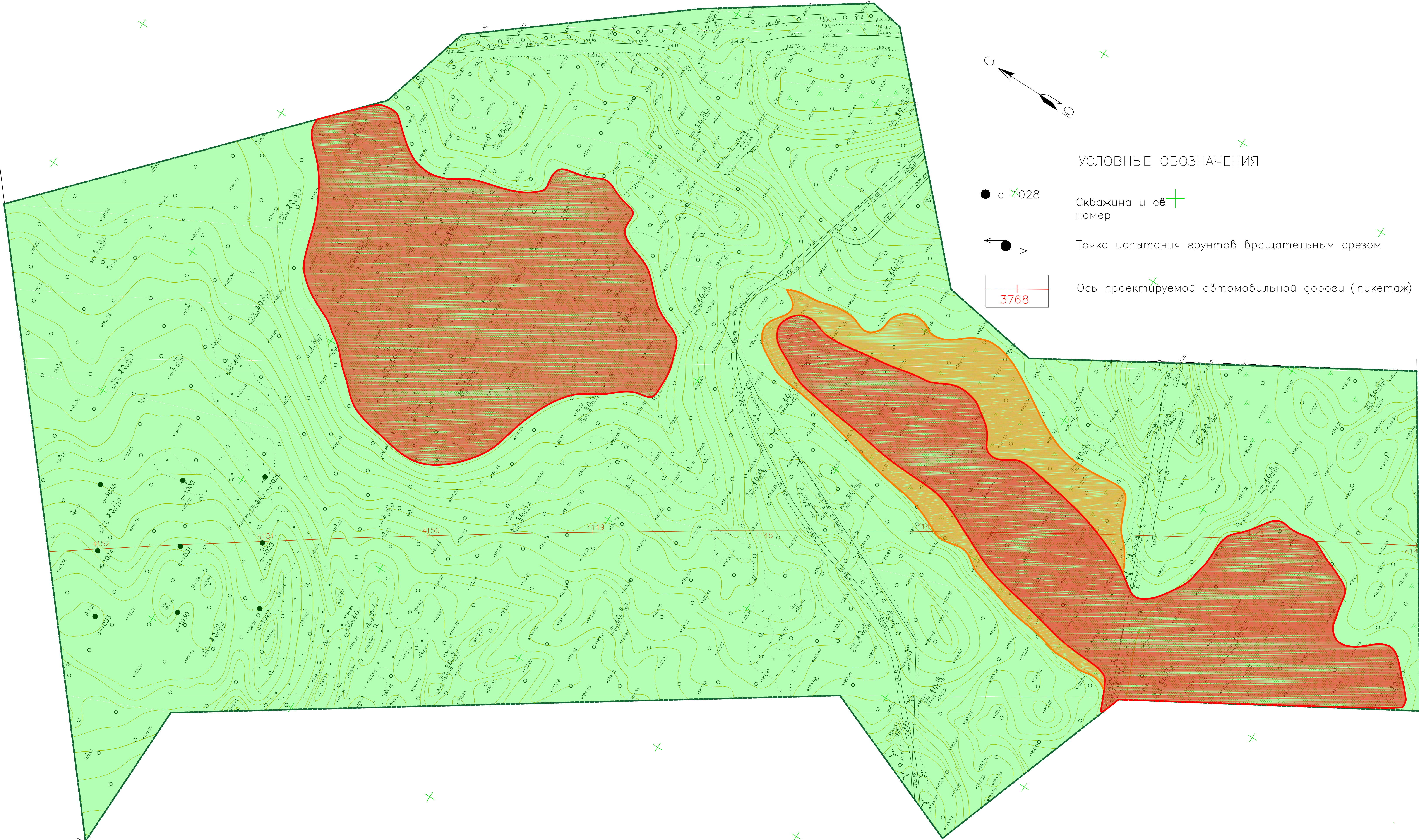
Геологический индекс	Мощность слоя, м	Глубина слоя, м	Абс. отметка подошвы слоя, м	Геолого-литологический разрез	Наименование пород и их характеристика	Сведения о воде		Глубина отбора образцов
						Появление воды	Установившийся уровень	
						0.00 18.05.14	0.00 18.05.14	
bIV	2.30	2.30	157.62		Торф коричневый, слаборазложившийся, маловлажный.			▲ 2
bIV	1.80	4.10	155.82		Торф коричневый, сильноразложившийся, средней влажности.			▲ 4
bIV	1.10	5.20	154.72		Сапропель серо-коричневый, средневлажный.			▲
bIV	0.50	5.70	154.22		Сапропель серо-коричневый, маловлажный.			▲ 6
lgIII	3.20	8.90	151.02		Суглинок серый, тяжелый, пылеватый, текучий, с прослоями песка.			▲ 8
gIII	0.90	9.80	150.12		Песок серо-коричневый, мелкий, неоднородный, средней плотности, водонасыщенный, с прослоями суглинка тугопластичного, с гравием и галькой до 5-10%.			▲ 10
gIII	1.00	10.80	149.12		Суглинок серый, легкий, пылеватый, мягкопластичный, с прослоями и гнездами песка мелкого, с гравием и галькой до 5-10%.			▲

Взаим. инв. N

Подпись и дата

Инв. N подп.



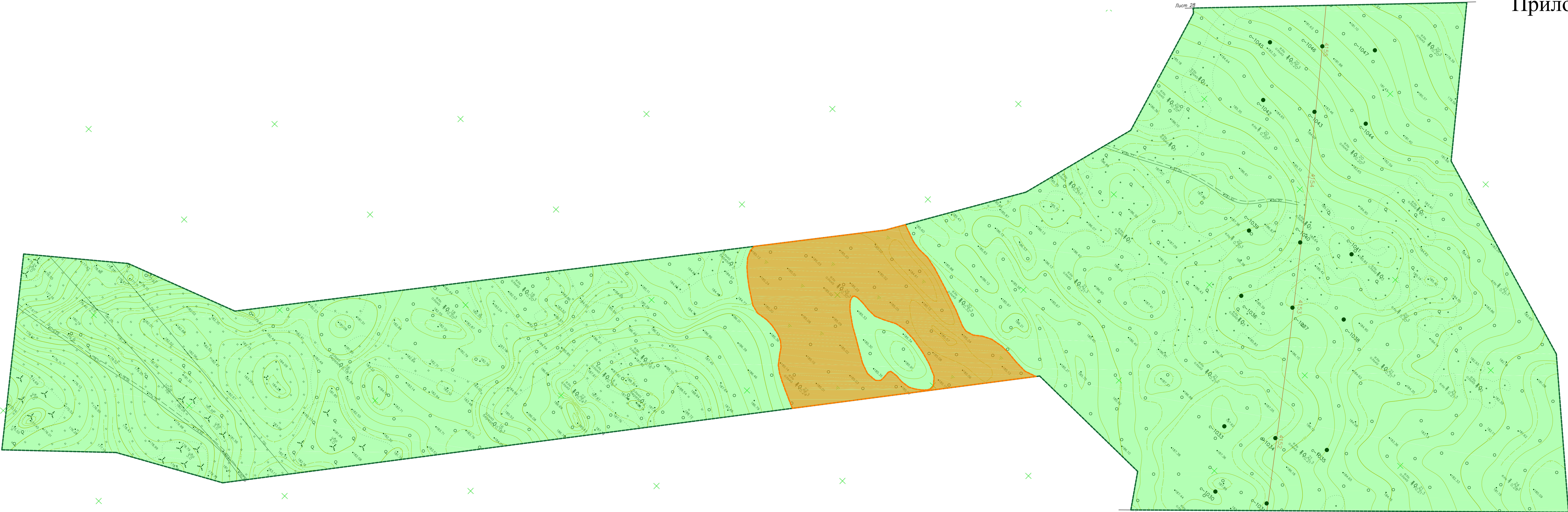


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

- с-1028 Скважина и её номер
- ↺ Точка испытания грунтов вращательным срезом
- 3768 Ось проектируемой автомобильной дороги (пикетаж)

- I тип грунтовых условий
- II тип грунтовых условий
- III тип грунтовых условий





УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

● с-1028

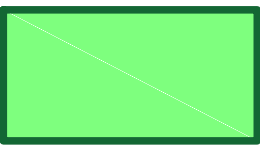
Скважина и её номер

← ● →

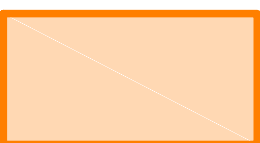
Точка испытания грунтов вращательным срезом

3768

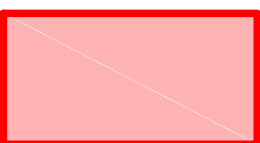
Ось проектируемой автомобильной дороги (пикетаж)



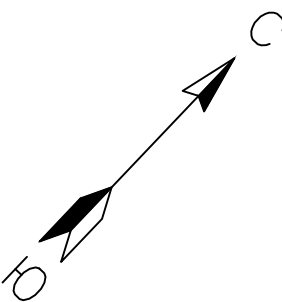
I тип грунтовых условий



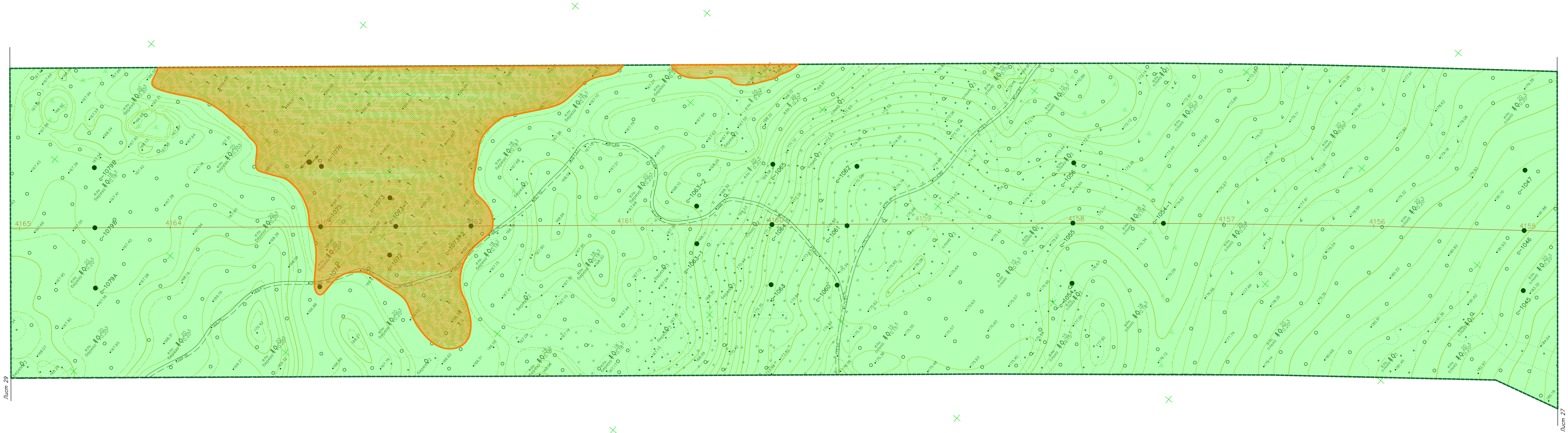
II тип грунтовых условий



III тип грунтовых условий



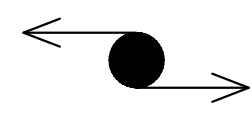




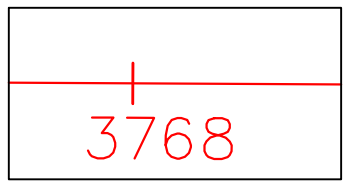
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

● с-1028

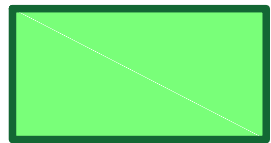
Скважина и  
её номер



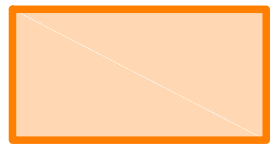
Точка испытания грунтов вращательным срезом



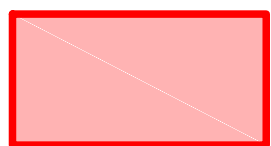
Ось проектируемой автомобильной дороги (пикетаж)



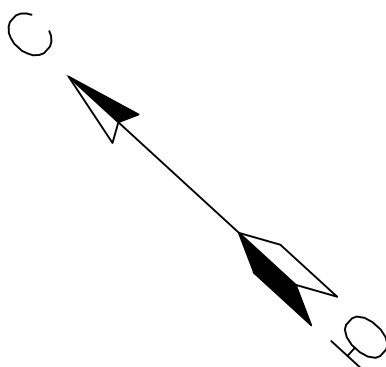
I тип грунтовых условий



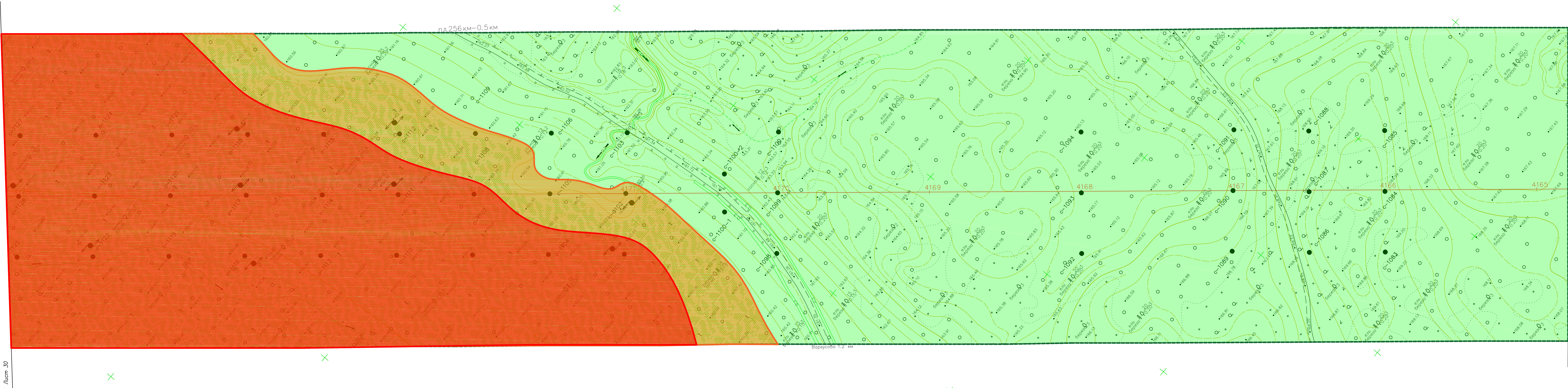
II тип грунтовых условий



III тип грунтовых условий





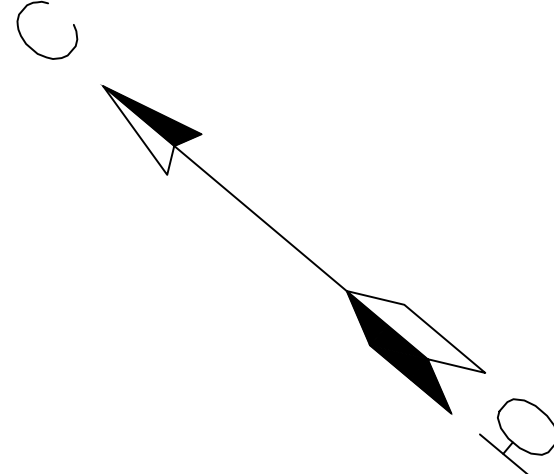


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

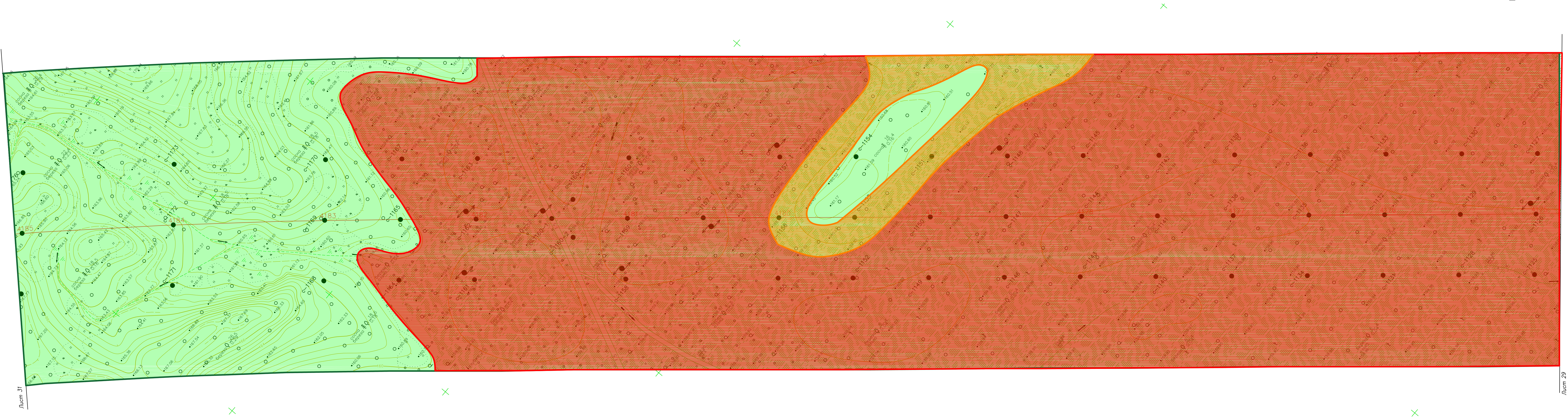
- с-1028 Скважина и её номер
- ← ● → Точка испытания грунтов вращательным срезом
- 3768

 Ось проектируемой автомобильной дороги (пикетаж)

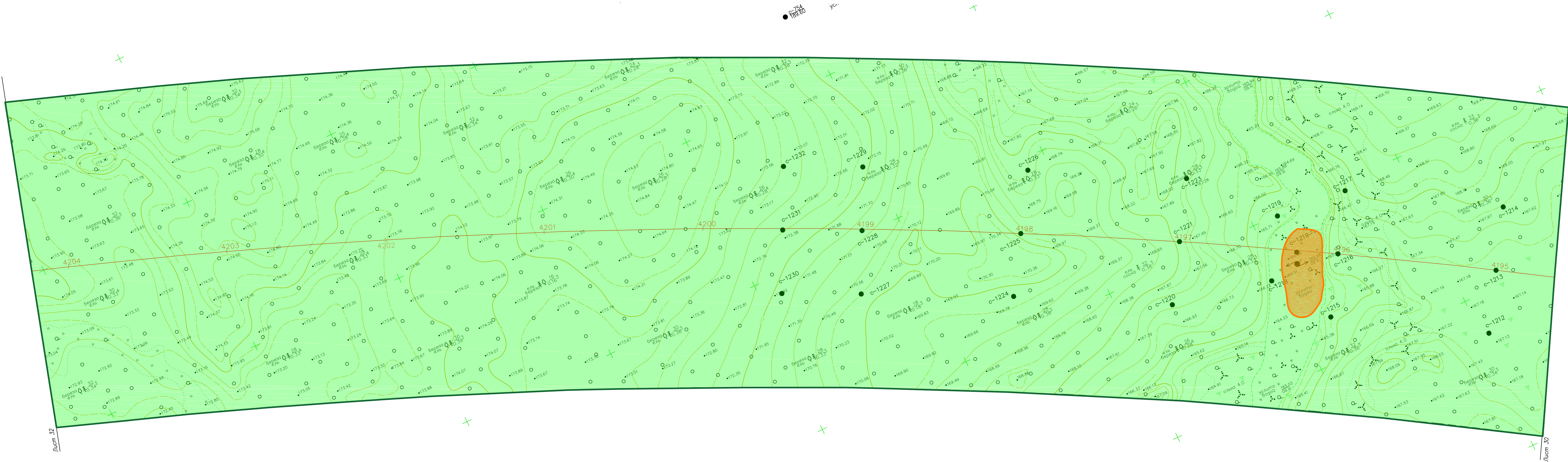
- I тип грунтовых условий
- II тип грунтовых условий
- III тип грунтовых условий







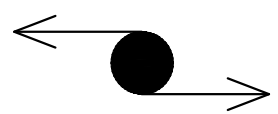




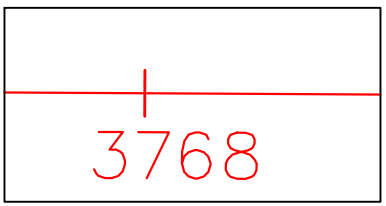
УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

● с-1028

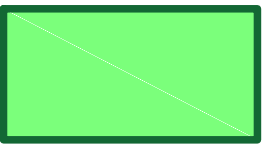
Скважина и  
ее номер



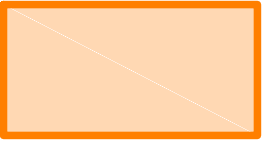
Точка испытания грунтов вращательным срезом



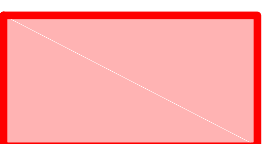
Ось проектируемой автомобильной дороги (пикетаж)



I тип грунтовых условий



II тип грунтовых условий



III тип грунтовых условий

